

本道の地域特性を踏まえた既存木造住宅の
耐震性評価に関する研究

Study on Earthquake Resistance Evaluation of
Existing Wooden Houses
Based on Regional Characteristics of Hokkaido

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部

Building Research Department

Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

概要 Abstract

本道の地域特性を踏まえた既存木造住宅の耐震性評価に関する研究 Study on Earthquake Resistance Evaluation of Existing Wooden Houses Based on Regional Characteristics of Hokkaido

千葉 隆史¹⁾、渡邊 和之²⁾、宮内 淳一³⁾、森松 信雄⁴⁾、本間 裕二⁵⁾
Takafumi Chiba¹⁾, Kazuyuki Watanabe²⁾, Junichi Miyauchi³⁾, Nobuo Morimatsu⁴⁾, Yuji Honma⁵⁾

キーワード : 既存木造住宅、地域特性、住宅様式、耐震性能、付加性能
Keywords : Existing wooden house, Regional characteristics, Residential style, Earthquake resistance performance, Additional performance

1. 研究概要

1) 研究の背景

北海道の木造住宅は比較的耐震性が高いと言われているが、その要因は主に瓦屋根で積雪が少ない本州の木造住宅と比較して、屋根の仕様と積雪荷重を考慮している設定荷重上の優位性にあると考えられる。このように耐震性の観点から見ると、北海道の既存木造住宅には①薄板鋼板を用いた軽量屋根、②常時積雪が作用しているとした設計荷重値の他にも、③断熱性を考慮した壁仕様、④積雪への配慮による窓高さ、⑤寒冷気候を考慮した小さい開口、⑥地盤の凍結深度を考慮した基礎の根入れ深さ、⑦地盤凍結や積雪に対応した基礎断面（基礎梁せい）の大きさなど、耐震性に寄与している可能性のある幾つかの特徴がある。

このように、積雪荷重の季節的変動による優位性だけでなく、形態や仕様による耐震性の向上効果もあると推測されるが、現在のところそれらの効果は定量的には示されていない。

2) 研究の目的

北海道の既存木造住宅の耐震性について調査分析を行い、本道の木造住宅における潜在的な耐震性を明らかにして、それを評価方法に反映させることを目的とする。

2. 研究内容

1) 既往文献の調査と整理（H27年度）

- ・ねらい：木造住宅の耐震性に関する既往の研究成果や文献を調査・収集して、系統的に再整理することにより評価要素を整理する。
- ・試験項目等：学会論文・梗概集集などの調査・収集

¹⁾ 構造判定部構造判定 G 主査 ²⁾ 構造判定部 部長 ³⁾ 総務部性能評価課 研究職員 ⁴⁾ 構造判定部構造判定 G 研究主査

⁵⁾ 総務部性能評価課 課長

¹⁾ Chief of Structural Safety Judgment Group ²⁾ Director of Structural Safety Judgment Division

³⁾ Researcher of Performance Evaluation Section ⁴⁾ Researcher of Structural Safety Judgment Group

⁵⁾ Director of Structural Safety Judgment Division

2) 北海道の住宅様式（形態）に係る文献および資料収集（H27年度）

- ・ねらい：北海道における木造住宅の既往の研究成果や文献を収集して、構造計画と様式（形態）に関する特徴について分析する。
- ・試験項目等：学会論文・梗概集集などの調査・収集、図面調査

3) 北海道の住宅様式および既存木造住宅における耐震診断結果の収集分析（H27～28年度）

- ・ねらい：北海道の既存木造住宅における耐震診断結果を整理・分析を行い、耐震性に寄与する可能性のある要素の抽出を図る。
- ・試験項目等：図面調査、既存木造住宅における耐震診断結果の収集

4) 仕様、様式による耐震性に関するシミュレーション（H28～29年度）

- ・ねらい：既存木造住宅の実況調査と形態・仕様の分析から耐震性に寄与する可能性がある要素について、付加できる性能を実験や診断シミュレーションにより確認して、要素毎にその影響について検証する。
- ・試験項目等：耐震要素実験、耐震診断、診断シミュレーション

5) 耐震性評価項目の分析と評価方法の検討（H29年度）

- ・ねらい：耐震要素実験および診断シミュレーションの結果から評価項目を分析・特定して、その評価方法について検討する。
- ・試験項目等：評価法シミュレーション

3. 研究成果

1) 木造住宅に関する文献および耐震診断結果の収集・分析など（H27～28年度）

- ・木造住宅の耐震性に関する既往の研究成果や建築基準法令、住宅金融公庫仕様書などを調査・収集して系統的に再整理することにより、評価すべき要素を整理した。
- ・現在までの木造住宅の耐震診断法とその問題点や改定内容に係る文献や研究成果を収集して、耐震性の評価方法に関する方向性や課題について把握した。
- ・地震被害報告などを中心に北海道の木造住宅に関する既往の研究成果や文献を収集して、構造計画と形態・仕様に関する特徴について分析した。
- ・北海道R住宅システムによる既存木造住宅の耐震診断および補強設計結果を収集して、整理・分析を行った。
- ・整理の過程において、道内の木造住宅の形態や仕様などの特徴および耐震診断の結果について評価・分析を行い、耐震性に寄与する可能性のある要素を抽出した。

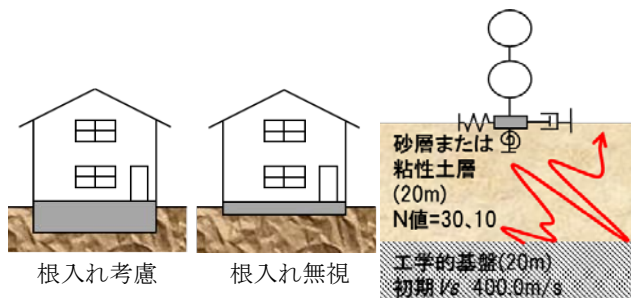
< 具体的データ >



写真-1 実験状況(加力中)

表-1 試験体仕様と短期基準せん断耐力

耐力要素・接合方法		平面形状	壁形状		壁の耐力 [kN]		耐力比 L型/I型
			加力面	直交面	計算値 【一般診断法】 0:精密診断法	実験値 短期基準 せん断耐力	
面材	横直張りサイディング 712x910x455 スクリュー釘:45mmX柱・間柱 縦3本/枚	I型	フル壁	-	1.53	0.74	
		L型	フル壁	フル壁	(0.72)	2.09	2.80
		I型	垂壁+腰壁	-	0.61	0.91	
		L型	垂壁+腰壁	フル壁	(0.32)	0.93	1.02
	通気胴縁18x45+N75@450 横張りサイディング 712x910x455 スクリュー釘:45mmX柱・間柱 縦3本/枚	I型	フル壁	-	1.17	1.16	
		L型	フル壁	フル壁	(0.72)	1.51	1.30
		I型	垂壁+腰壁	-	0.47	0.61	
		L型	垂壁+腰壁	フル壁	(0.32)	0.96	1.58
	シーリングボード 712x910x2,730 SN40釘:外周@150中間@150 構造用合板 79x910x2,730 N50釘:外周@150中間@150	I型	フル壁	-	2.03	1.55	
		L型	フル壁	フル壁		2.37	1.54
		I型	フル壁	-		1.73	
		L型	フル壁	フル壁	2.90	3.67	2.13
構造用パネル(OSB) 79x910x2,730 CN50釘:外周@150中間@150	I型	フル壁	-		1.36		
	L型	フル壁	フル壁	2.93	3.97	2.91	
筋かい	3つ割り筋かい 30x105 + 端部:3-N75 2つ割り筋かい 45x105 + 端部:3-N75	L型	フル壁	フル壁	1.71	1.18	
		L型	フル壁	フル壁	1.99	1.83	



図－1 解析モデル概念図

表－2 根入れ無視に対する応答層間変形角の比較
※根入れ無視の応答変形角 1.00 とした割合

	階	JMA神戸 観測波	告示波 JMA神戸 位相	告示波 八戸NS 位相	告示波 ランダム 位相
N値10粘性土層 地盤地震波	2	1.06	1.08	0.97	1.03
	1	0.99	0.93	0.94	0.99
N値30砂層 地盤地震波	2	1.06	1.01	0.94	0.94
	1	0.99	1.00	0.97	1.16

2) 形態、仕様による耐震性に関するシミュレーションと評価方法の検討 (H28～29 年度)

- ・文献および耐震診断結果の収集・分析の成果から、耐震性に寄与する可能性がある要素として抽出した直交壁について付加耐力に関する要素実験を行い（写真－1、表－1）、直交壁が有効であることを確認した。
- ・直交壁など耐震性の付加要素の評価方法とその影響について検討を行い、耐震性評価が改善されることを確認した。
- ・積雪と地盤凍結への対応である基礎根入れの深さに関する影響について、基礎根入れの影響を考慮した上部構造の地震応答解析を実施して（図－1、表－2）、基礎根入れによる応答低減効果は必ずしも得られないことを確認した。

4. 今後の見通し

北海道の木造住宅には耐震性能に影響のある形態や仕様が存在することが明らかになり、これらの影響を考慮することにより耐震性評価が改善されることが判った。これにより北海道耐震改修促進計画の改訂における耐震化率推計の基礎データなどに活用される予定。

目次

1. 研究の目的	1
2. 研究の概要	1
3. 木造住宅の耐震性とその評価に関する既往文献の調査と整理	1
(1) 既往の研究.....	1
(2) 耐震性に関連する仕様の変遷.....	2
(3) 耐震診断における問題点.....	3
4. 北海道の住宅様式（形態）と耐震性能に係る文献および資料の収集	4
5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析	5
(1) 収集対象	5
(2) データ群の属性	5
(3) 耐震診断項目の分類	6
6. 北海道の既存木造住宅を対象とした 耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析	9
(1) 建物形状の分析	9
(2) 耐震診断手法の分析	10
7. 壁要素における直交壁による付加性能（耐力）に関する検証実験	16
(1) 検証対象要素の抽出経緯.....	16
(2) 試験体の仕様	16
(3) 加力方法	18
(4) 実験結果	19
8. 直交壁の付加性能による耐震診断値の改善効果に関する分析	25
(1) 分析パラメータの設定.....	25
(2) 分析結果	26
9. 基礎・地中梁を考慮した耐震性の検討と分析.....	28
(1) 基礎部分を対象とした上部架構応答性状の傾向把握	28
(2) 地盤性状を考慮した上部架構応答性状の把握	40
10. まとめ（研究総括）	51

1 1. 今後の研究とその方向性.....51

参考文献.....52

【資料編】

1. 研究の目的

本研究は、北海道耐震改修促進計画に基づき、住宅・建築物の耐震化促進のため、北海道の気候特性である積雪寒冷に対応した住宅における潜在的な耐震性能を明らかにして、それらを耐震性の評価に反映させることを目的とするため、北海道の既存木造住宅における耐震性能について調査分析を行う。

2. 研究の概要

本道における木造住宅の耐震性能について、既往文献の調査と整理および過去に実施された耐震診断の結果情報等から北海道の住宅形態と耐震性能に関して評価要素等の検討を行い、その影響について分析を実施した。また、既存木造住宅の実況調査と仕様・様式の分析から、耐震性に寄与する可能性がある要素について付加できる性能を確認するための実験や解析を行い、要素毎の影響や耐震診断値について検証した。そして、これらの結果から評価項目を分析・特定して、その評価方法について検討した。

3. 木造住宅の耐震性とその評価に関する既往文献の調査と整理

木造住宅の耐震性評価に関する既往の研究成果や文献の収集を行った。また、木造建築物の建築基準や住宅金融公庫の仕様書などから、耐震性に関連する仕様の変遷などの基礎資料の収集を行った。また、木造住宅の耐震診断法とその問題点や改定内容に係る文献や既往の研究成果についても調査・収集して、耐震性評価法における現状の課題について整理を行った。

(1) 既往の研究

北海道の木造住宅は地震被害の調査などから、本州の木造住宅に較べて耐震性が高いことの指摘等¹⁾²⁾⁴⁾⁵⁾があり、多くの既往の研究成果が示されているところである。特に北海道は積雪地域で屋根上荷重が大きくなることに対応する必要があり、主要架構部材に強度の大きな部材を使用する必然性があること、また、北海道における住宅形態などの特徴等も耐震性に大きく影響していると考えられる。

北海道では屋根上に長期間の積雪があることだけでなく、極めて低気温であり、屋根上積雪の凍結融解が繰り返され、いわゆる“すが漏り”による漏水が発生することから、薄板鋼板による屋根が用いられてきた。表 3-1 に示す 1990 年代頃の調査結果³⁾によると、全国の住宅では瓦屋根が多く、北海道の住宅では金属版による屋根が圧倒的に多い。金属版を使用した屋根は瓦屋根に比べて屋根重量が非常に軽量であり、地震動が作用したときの水平力は小さくなることから、耐震性は荷重的に高くなる。また、積雪寒冷地であるため冬期間の住生活に対応した住宅形態も耐震性に寄与していると考えられている。

既往の研究⁴⁾⁵⁾⁶⁾において、北海道における木造住宅の耐震性能に関わる研究が行われており、表 3-2 に示す項目について調査研究が実施されている。その報告において、耐震性の指標として最も一般的な(財)日本建築防災協会による耐震性の評点による危険度評価について北海道の地域性を考慮した耐震診断法と診断例について検討している。一連の既往研究では壁体の静的加力試験に基づき再評価した耐震診断と研究当時の現行診断法との比較検討のほか、1)水平構面の面内剛性、2)積雪荷重の考慮、3)接合部

表 3-1 屋根材料による住宅割合

屋根材料	重量(kgf/m ²)	住宅割合(全国)	住宅割合(北海道)
瓦	130	50.00%	0.50%
彩色石綿版	80	25.00%	0.10%
金属板	50	20.00%	94.80%
その他	50	5.00%	4.60%

表 3-2 1998 年の既往研究項目

北海道における木造住宅の構造性能に関わる仕様の変遷調査 ※アンケート調査
年代による仕様の変遷を考慮した壁体の耐力実験 ※試験壁による静的実験
構造バランスおよび積雪荷重による応答性状に関する実験 ※縮小模型による動的実験
構造体の仕様を考慮した診断法による既存住宅の耐震性評価 ※より詳細な構造仕様を反映できる耐震診断法による診断

の耐力、4) 壁体の振動エネルギー吸収能、5) 防湿・気密仕様の違いによる耐久性能差の評価を行っている。耐震診断法は改定が進んでおり、積雪や内外装材の強度による余力など当時の診断法では評価値として現れづらいこと、また、北海道の住宅構法の特殊性を考慮した診断法の確立が必要との指摘がある。

本調査研究では既往の研究成果に指摘があるように北海道の木造住宅における耐震性について再整理を行い、耐震性に関する耐震要素や評価法について検討を行う。

(2) 耐震性に関連する仕様の変遷

建築基準や住宅金融公庫の仕様書⁷⁾などから、耐震性に関連する規定や仕様の追加・廃止や見直しなどの変遷について基礎資料の収集を行った。収集の対象年代は現存する木造建築物の竣工時期を踏まえて行うこととし、後述する「5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析」の「(2) データ群の属性」に基づき昭和36年(1961年)以降とした。また、規模や構法についても、耐震性評価を行う可能性の高い2階建てまでの在来軸組構法を主に対象とした。

表3-3に、その収集結果を示す。

表3-3 建築基準・住宅金融公庫仕様書の変遷

年	建築基準	金融公庫仕様
昭和46年(1971年)	<ul style="list-style-type: none"> 基礎をコンクリート造又は鉄筋コンクリート造の布基礎と規定 風圧力に対して、見附面積に応じた必要壁量の規定 	
昭和48年(1973年)		<ul style="list-style-type: none"> 石積み及びCB積みの布基礎仕様を廃止(RCのみ)
昭和50年(1975年)		<ul style="list-style-type: none"> 木構造用金物仕様を追加 合板耐力壁を追加
昭和54年(1979年)		<ul style="list-style-type: none"> Zマーク金物仕様を追加
昭和56年(1981年)	<ul style="list-style-type: none"> 壁量規定の見直し 軸組の種類、倍率の修正、追加 	
昭和57年(1982年)		<ul style="list-style-type: none"> 布基礎仕様を見直し Zマーク金物使用を原則化 耐力壁を独立項目化、仕様も追加 筋かい端部金物仕様を追加
昭和60年(1985年)		<ul style="list-style-type: none"> 無筋コンクリート布基礎仕様を廃止
昭和61年(1986年)		<ul style="list-style-type: none"> 「耐力壁」を「筋かい・木ずり」と「面材耐力壁」に分割、仕様を追加
昭和62年(1987年)	<ul style="list-style-type: none"> 準防火地域における木造3階建て住宅制限を合理化 	
昭和63年(1988年)		<ul style="list-style-type: none"> 布基礎配筋端部をフック付きに変更
平成5年(1993年)	<ul style="list-style-type: none"> 多雪区域に適用する壁率を規定(道条例第19条) 	
平成7年(1995年)	<ul style="list-style-type: none"> 接合金物等の使用奨励 	
平成12年(2000年)	<ul style="list-style-type: none"> 地耐力で基礎形式を規定 継手・仕口の仕様を特定 壁配置計算を要求 	

なお、表3-3にあるように北海道においては独自の取扱いとして平成5年に北海道建築基準条例の改正を行い、多雪区域内への建築する場合の“必要壁率”については瓦葺き屋根の場合のような“重い建物”の“必要壁率”によるように規定されている。

(3) 耐震診断における問題点

木造住宅の耐震診断法とその問題点や改定内容に係る文献や研究成果を調査・収集して、耐震性評価法に関する方向性や残る課題について把握した。

1) 耐震診断法の変遷

木造住宅の耐震診断法⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾の変遷及びその改定内容について、表 3-4 にまとめた。

表 3-4 耐震診断法の変遷

年	改訂内容 等
昭和 54 年 (1979 年)	「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」(パンフレット版) 発行
昭和 60 年 (1985 年)	改訂版(書籍版) 発行 ・新耐震基準と整合化
平成 16 年 (2004 年)	「木造住宅の耐震診断と補強方法」(「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」改訂版) 発行 ・「耐震精密診断」を「一般診断法」と「精密診断法」に分離 ・上階部分も診断対象に追加 ・伝統的構法に対応するため、「垂壁付き独立柱」に対する評価を追加 ・対象範囲も 3 階建てに拡充
平成 20 年 (2008 年)	“一般診断法および精密診断法 1 における多雪区域の耐震診断について”を公表 ・積雪を考慮した柱接合部による低減係数を補足 ・多雪区域の耐震診断方法について明示
平成 24 年 (2012 年)	改訂版発行 ・一般診断法の方法 1 の“その他の耐力”(有開口壁の評価)の見直し ・壁基準耐力へのラスボードなどの追加・見直し ・伝統的構法の“垂壁・腰壁付き独立柱”に対する評価を追加 ・低減係数の不連続性の解消・見直し ・適用範囲を非住宅(学校校舎、体育館、幼稚園など)にも拡大 (基本的に“精密診断法 2”のみ)

2) 耐震診断法に関する研究

耐震診断法については、古くからラスモルタル塗り壁や有開口壁といった“非耐力壁の耐力評価”を中心に研究が行われてきている。これは、耐震診断では「建物の持つ全耐力を評価して倒壊の可能性を判定する必要がある」ことによる。ここで、耐力壁については建築時にも耐力評価が必要となることからその性能についてはある程度の性能が明らかになっているのに対して、非耐力壁については仕様や形状も区々でありその定量的な評価が難しいことに起因していると考えられる。この“非耐力壁の耐力評価”については、仕上材や補強工法の変化などに対応して現在も不断に充実と見直しが行われており、2012 年版でもその成果が反映されている。

不断の研究とは別に、その時事に応じて盛衰する研究も存在している。

平成 7 年(1995 年)の兵庫県南部地震を契機に木造住宅の耐震性能評価は注目を集まるようになり、平成 16 年(2004 年)には「木造住宅の耐震診断と補強方法」(「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」改訂版)が発行され、実際の現場でも耐震診断が頻繁に使用されるようになってくる。当然、耐震診断内容に対する理解も広まり、また各種の係数といったインプットから最終的な耐震性能である上部構造評点といったアウトプットまで、評価方法との整合性に注目が集まってくる。耐震診断法に関する研究も、この年代から“地震被害判定と耐震診断判定の相関性”や“一般診断法と 2 種の精密診断法の関係性”について取り上げられるケースが急増してきている。これら研究の中から、“四分割法による偏心の評価に関する研究”(両端側における耐力の充足率が 1.0 を超えた場合には偏心による耐力低減がなされず高い評点となる問題に関する研究)について成果が蓄積され、2012 年版で改善が図られている。

直接的な複合荷重の作用が生じた訳ではなかったが、平成 16 年(2004 年)の新潟県中越地震後の平成 17 年(2005 年)1 月からの記録的な豪雪により、地震被害を受けていた木造住宅の倒壊が相次ぐこととなり、“地震荷重”と“積雪荷重”という複合応力下の性状解明が注目を浴びることになる。この中で、北方

建築総合研究所を含むグループの研究¹¹⁾により、雪荷重が作用した状態で地震力が同時に作用した場合は柱頭・柱脚接合部の引き抜き力が抑えられ耐力低減が小さくなることが明らかになった。この考え方により、平成20年(2008年)に“一般診断法および精密診断法1における多雪区域の耐震診断について”で積雪を考慮した柱接合部による低減係数が補足され、2012年版でも取り入れられた。

平成24年(2012年)に「木造住宅の耐震診断と補強方法」の改訂版が発行されてからは、2004年版と2012年版の新旧耐震診断法の比較研究が盛んになる一方、評価において精度が低いとされている係数などについて検討が進められている。

3) 耐震診断法に残る課題

耐震補強の必要性有無の判断を非破壊の検査に基づき行えるということで広く普及している一般診断法であるが、いくつかの課題は残っている。その中から研究結果においても指摘の多い2項目を以下に取り上げる。

まず1つとして未だに“非耐力壁の評価”がある。上述したように2012年版でも改善が図られたが、耐力要素としての適切な考慮はもとより、その剛性により偏心の影響を受ける場合も多く剛性評価についても課題となってきた。また、その配置や量あるいは仕上材仕様による有効性の違いなどの地域的な特性を受ける可能性も指摘されており、今後はこれらの項目も視野に入れながら評価を検証していく必要があると考えられる。

2つ目として、“柱接合部の評価”が挙げられるかと思われる。一般診断法では「柱接合部による低減係数」は建物ごとの接合部仕様により一義的に決定されており、耐力壁上下・水平配置と柱との位置関係や設置位置などによる長期軸力の大小など、個々の柱接合部の状況は考慮されていない。この問題を補うようにN値計算と同様の方法により引き抜き力に対する性能を確認する方法が参考として示されているが、“接合部仕様I”に該当するか否かの判定のみしか用いることができず、現状は“接合部仕様I”以外の中間的な耐力を有する接合部仕様を評価できる計算にはなっていない。一般診断法が簡易な診断方法であることを念頭に、長期軸力による柱の引き抜き力に対する抵抗能力が最も小さくクリティカルな隅角部の柱接合部などをもって、柱接合部の引き抜き抵抗に対する実況が中間的な“相当仕様”と判断できれば、それに基づき建物全体の柱接合部による耐力低減を抑えることできる可能性もある。

一般診断法は簡便な診断方法であるが故に広く普及しているが、極端に大きな安全率が見込まれた診断結果により極めて低い評価を与えることは耐震改修意欲を減退させ、更には耐震化率の向上も阻害しかねない。安全性は担保しつつも、より適切な評価結果を与えるように改善すべきと思われる。また、手計算で容易に診断結果を算定できる流れとなっているが、このレベルの計算にもソフトが多用されている現況を鑑みれば、インプットを増やすことなく算定方法を工夫することにより適切な結果を導くことも可能になると考えられる。このことから、算定方法に対する研究についても必要があると考えられる。

4. 北海道の住宅様式(形態)と耐震性能に係る文献および資料の収集

地震被害調査報告などを中心に北海道における木造住宅の既往の研究成果や文献について収集を行い、構造計画や様式・形態に関する定性的な地域特性について把握を行った。以下にその内容を挙げる。

- ・地盤凍結に備えて、基礎の根入れが深い。このため、地変への抵抗力がある。
- ・続き間を設けることが少なく、部屋割りが細かい。更に、各部屋間の間仕切壁の要所に筋かいが入っている。
- ・壁率が建築基準法の規定量より大きい。
- ・外壁の仕上材にサイディングが多用されており、規定外の壁材も地震時に機能している。
- ・外壁・床面に断熱材を充填する必要から厚みがあり、剛性が高い。
- ・外壁への断熱材充填が標準的に行われるため、壁体は筋かいより面材が多用される。
- ・積雪していない状態では、建物重量は軽量である。
- ・通し柱が少ない。

5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析

北海道における既存木造住宅の耐震性能に関する各項目の現況を把握するとともに、建物形状に関する特徴を分析して、それに応じた耐震性能評価方法の可能性を検討するため、耐震診断資料を収集して分析を行った。

(1) 収集対象

耐震診断資料の収集は、平成 23 年度長期優良住宅先導事業である「北海道 R 住宅システム・H23 プロジェクト」を利用して、既存住宅等の改修に関する提案がなされた建物（以下、「北海道 R 住宅」という）100 棟を対象とした。このうち、改修前の資料が十分に得られなかったもの（5 棟）や構造計算により耐力評価を行ったため耐震診断を行っていないもの（1 棟）を除いた 94 棟を対象に分析を行った。

収集は改修前の建築図面や耐震診断報告書のほか、改修後の建築図面や補強報告書についても行ったが、分析は改修前の資料のみについて行うこととした。

耐震診断に関する資料からは、建物概要を示す項目として建物名称、所在地、竣工年、階数、床面積などを、耐力診断に関する項目として地震地域係数、積雪深、住宅仕上材仕様、軟弱地盤割増係数、形状割増係数、基礎仕様、床仕様、接合部仕様、劣化度による低減係数、各領域面積、壁倍率・壁長さ配置状況の関係などを収集した。

なお、収集した資料に添付された耐震診断の実施時期の関係から、壁倍率は 2004 年に改訂された「木造住宅の耐震診断と補強方法」の一般診断法に基づいている。また、これ以降の分析についても特筆しない限り同方法による診断結果に基づき行った。

(2) データ群の属性

図 5-1～3 に耐震診断資料を収集した建物の属性概要を示す。

1) 所在地

所在地は図 5-1 に示すように、札幌市内が 54 棟と 57[%]を占めており、次いで旭川市内が 16 棟となっている。このため、人口規模順位と整合する形で都市部の建物が中心となっている。

2) 竣工年

竣工年は図 5-2 に示すように、昭和 46 年～昭和 62 年の間に建設された建物が中心で 80 棟と 85[%]を占める。昭和 56 年以前の壁量規定が見直される前の旧耐震基準により建築された建物が 64[棟]（68[%]）あり、改修提案がなされた建物を収集対象としたことから、築 35 年以上経過した古い建物の割合が当然ながら高い。中でも耐震基準改正直前の昭和 51 年～昭和 55 年の間に建設された建物は 41 棟（44[%]）に及び、年代別では最大数を占めている。

3) 階数

階数は 2 階建てが 91 棟と 97[%]を占め、平屋建ては 3 棟のみであった。

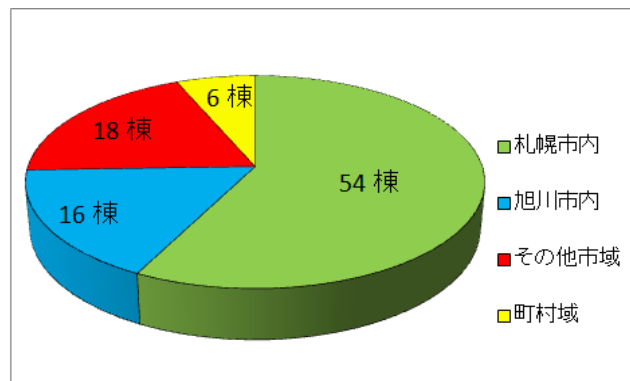


図 5-1 所在地の分布

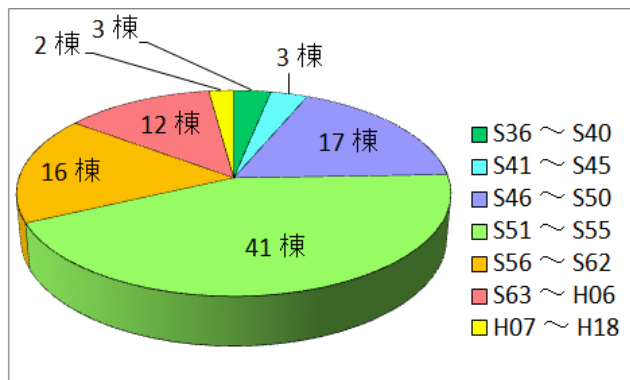


図 5-2 竣工年の分布

4) 床面積

床面積の分布を図 5-3 に示す。延べ床面積は 57.51～224.73[m²] の範囲に分布しており、75～150[m²] が中心となっている。同様に各階床面積の分布範囲と中心範囲は、1 階が 39.29～145.95[m²] に分布して 50～100[m²] が中心、2 階が 17.39～102.45[m²] に分布して 25～50[m²] が中心となっている。

1 階に対する 2 階の床面積比率は 24～103[%] であり、40～80[%] が中心となる。ほぼ総 2 階建てである 1 階に対する 2 階の床面積比率が 90[%] 以上の建物も 8 棟あり、うち 2 棟は 2 階床面積の方が大きい建物一部にオーバーハングを有する形状となっている。

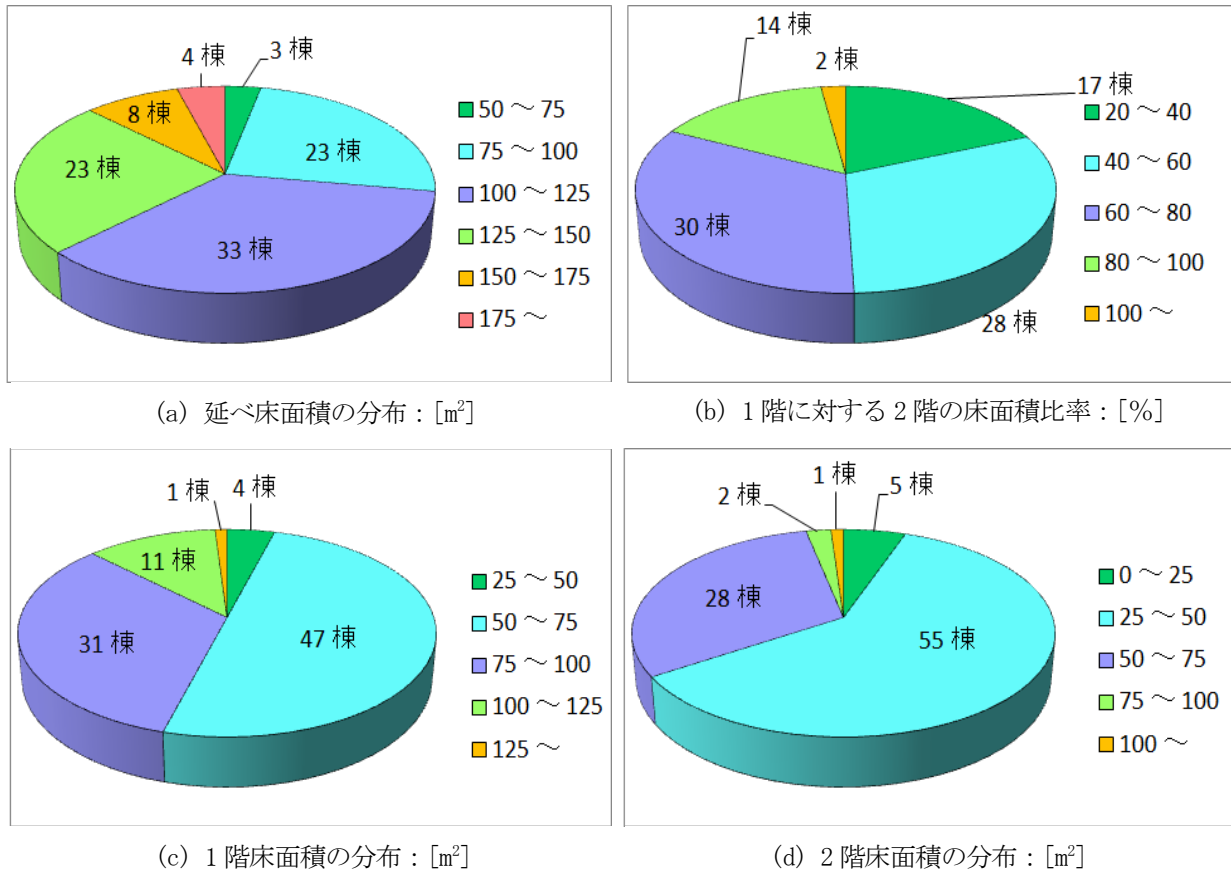


図 5-3 床面積の分布

(3) 耐震診断項目の分類

続いて、図 5-4～9 に耐震診断報告書から収集した耐力診断に関する項目の分類を示す。これらの項目は、当該建物が保有すべき必要耐力と実際に保有している耐力（保有耐力）の算定に関係しており、それぞれ 1)～5) が必要耐力の算定に、6)～9) が保有耐力の算定に用いられる。

1) 地震地域係数

「地震地域係数」は所在地の属性に依存するため、図 5-4 に示すように札幌市が含まれる Z=0.9 の地域が 76 棟と 81[%] を占めて、次いで Z=0.8 の地域が旭川市内の建物により 16 棟となっている。

2) 積雪深

「積雪深」設定の分布を図 5-5 に示す。多雪区域の「積雪深」は規則で定められた最小値

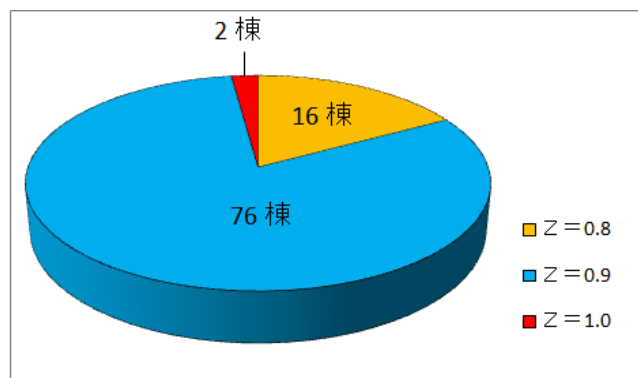


図 5-4 「地震地域係数」設定の分布

+10～20[cm]の範囲でキリの良い数値が設定されている例が多かった。このため、旭川市（130[cm]以上）や札幌市（140[cm]以上）の垂直積雪量より多い150[cm]の「積雪深」が設定されている場合が多くなった。

3) 住宅仕上材仕様

「住宅仕上材仕様」として“重い屋根”を含む“重い建物”と判断して診断を行った建物は6棟のみで、それ以外の88棟は“軽い建物”と判断して診断を行っている。

ただし、耐震診断資料に添付された写真などからは“重い建物”と判断された建物は全て鉄板葺きの“軽い屋根”に該当すると思われる。これは、「3. 木造住宅の耐震性とその評価に関する既往文献の調査と整理」の「(2) 耐震性に関連する仕様の変遷」で前述した建築時の基準と耐震診断時の評価方法を混同して設定された可能性がある。

4) 軟弱地盤割増係数

地震動の増幅や地盤と建物の共振現象などが起こる可能性がある区域に建つ建物と判断して、必要耐力を1.5倍に割増す「軟弱地盤割増係数」が設定された建物は1棟のみ存在した。

5) 形状割増係数

「木造住宅の耐震診断と補強方法」の一般診断法では、“床面積あたりの必要耐力”に“各階の必要耐力算出用床面積”を乗じる形で必要耐力を算定する。この“床面積あたりの必要耐力”の算出法に2通りの算出方法が示されている。1つは、建物を総2階と想定して算出した“床面積あたりの必要耐力”の算出方法（以下、「略算法」という）である。もう1つは、「各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【精算法】」（以下、「精算法」という）である。これは総2階でない建物の場合、必要耐力が大きめに評価されることとなるために用意されている必要耐力の算出方法である。

ここで、耐震診断の一般診断法における必要耐力は平均的な木造住宅から導きだされており、特に短辺幅が短い細長い建物では床面積に対するケラバ・軒の出及び壁の割合が大きくなることから、荷重が低めに算出される傾向がある。このため、短辺幅が6.0[m]未満の建物に対しては必要耐力を割増して診断を行うことが必要になる。そこで、短辺幅が4.0[m]の建物を基準としてその差分の割増しは予め必要耐力に見込み、短辺幅が4.0[m]未満の建物に対してのみ、必要耐力を1.13倍に割増して診断を行うことになっている。

なお、「各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【精算法】」を用いた場合には、短辺幅6.0[m]未満の建物に対する予めの必要耐力割増を行っていないため、短辺幅6.0[m]未満の建物は全て必要な割増しして診断を行うことになっている。この規定に基づき「形状割増係数」が必要と判断して必要耐力に割増しを行い診断した建物は13棟存在したが、主要な建物短辺幅の認識などの違いから必ずしも建物の短辺幅とは整合していない（「6. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析」参照）。

6) 基礎仕様

「基礎仕様」設定の分布を図5-6に示す。「基礎仕様」は“基礎Ⅰ”から“基礎Ⅲ”の順で損傷の大きい基礎となるが、“健全な鉄筋コンクリートの布基礎又はべた基礎”である“基礎Ⅰ”が70棟と大多数を占め、“ひび割れのある鉄筋コ

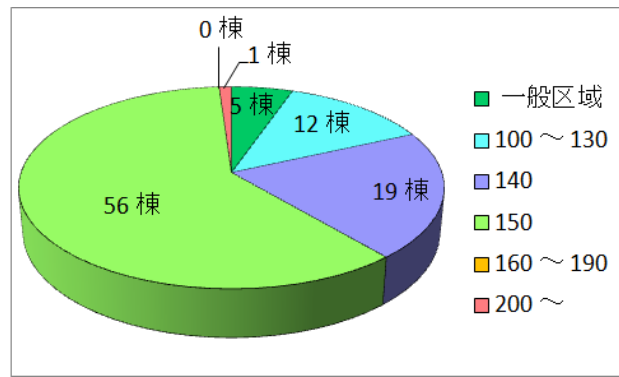


図5-5 「積雪深」設定の分布：[cm]

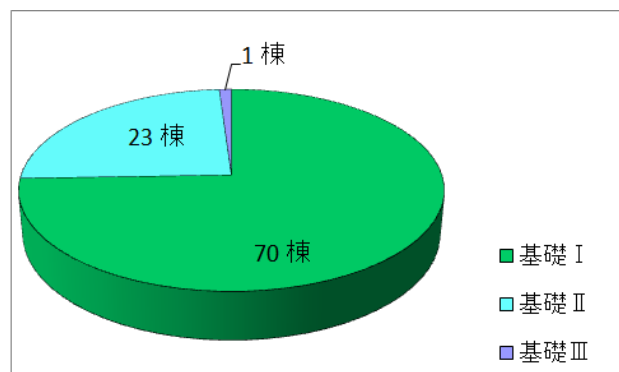


図5-6 「基礎仕様」設定の分布

ンクリートの布基礎又はべた基礎，無筋コンクリートの布基礎，柱脚に足固めを設けた玉石基礎”である“基礎Ⅱ”が23棟、ブロック基礎などの“その他の基礎”である“基礎Ⅲ”が1棟となっている。

これは、耐震診断資料を収集した「北海道 R 住宅」は改修を行った後も建物を使用する前提から、大規模な補修が生じる可能性がある基礎に大きな損傷が生じている建物がそもそも含まれていないことが理由として考えられる。しかしながら、築年数の経過した古い建物の比率が高い割には、基礎は健全である設定の比率が高い結果となっている。

なお、“基礎Ⅲ”とされた判断された建物は、耐震診断資料に添付された写真などから鉄筋コンクリートの布基礎又はべた基礎と思われ、誤って設定された可能性がある。

7) 床仕様

「床仕様」設定の分布を図5-7に示す。「床仕様」についても“床仕様Ⅰ”から“床仕様Ⅲ”の順で水平構面の剛性の高い応力の再配分に優れた応力集中の生じづらい床仕様となるが、“火打ち+荒板”の仕様である“床仕様Ⅱ”が47棟とちょうど半数を占め、続いて“火打ちなし”の仕様である“床仕様Ⅲ”が25棟、“合板”の仕様である“床仕様Ⅰ”が22棟と残りを二分するような分布であり、仕様は平均的なものとなった。

なお、「4m 以上吹き抜け」がある場合には「床仕様」を1段階下げることになるが、該当する建物は“床仕様Ⅰ”の建物に1棟存在するだけであった。

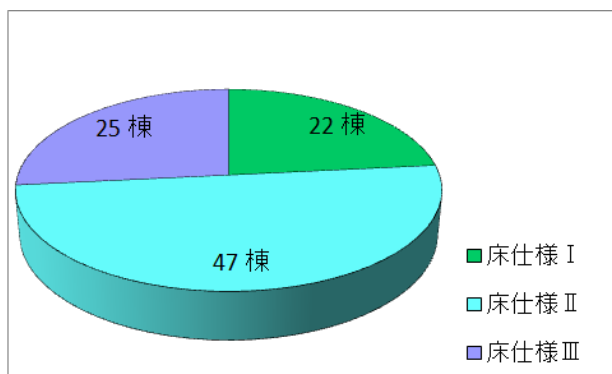


図5-7 「床仕様」設定の分布

8) 接合部仕様

「接合部仕様」設定の分布を図5-8に示す。

「接合部仕様」も基礎や床の仕様と同様に“接合部Ⅰ”から“接合部Ⅳ”の順番で柱の引き抜き力に対する抵抗能力の高い接合部仕様となっている。設定では“ほぞ差し，釘打ち，かすがい等”の仕様である“接合部Ⅳ”が72棟、“ほぞ差し，釘打ち，かすがい等（構面の両端が通し柱の場合）”の仕様である“接合部Ⅲ”が10棟と、貧弱な仕様の接合部仕様が設定された建物が大多数を占める形となっている。一方、“羽子板ボルト，山形プレートVP，かど金物CP-T，CP-L，込み栓”を用いた“接合部Ⅱ”が9棟、“平12建告1460号に適合する仕様”である“接合部Ⅰ”に至っては3棟のみであった。

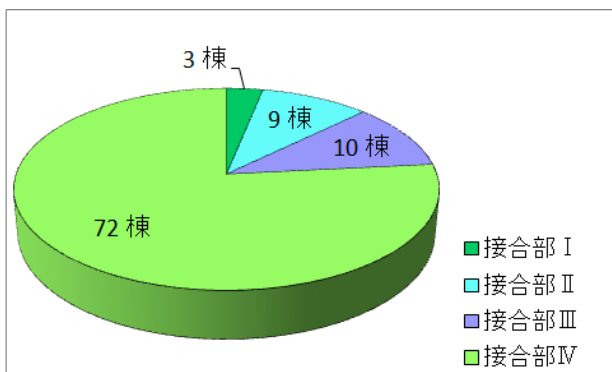


図5-8 「接合部仕様」設定の分布

9) 劣化度による低減係数

「劣化度による低減係数」設定の分布を図5-9に示す。「劣化度による低減係数」は最小値である“0.70”が48棟と多数を占め、次いで最大値である“1.00”が35棟で、中間的な0.70を超え1.00未満と判断された建物は少数であった。

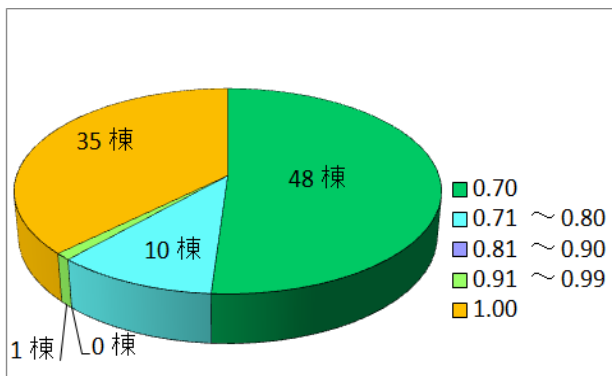


図5-9 「劣化度による低減係数」設定の分布

6. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析

北海道における既存木造住宅の住宅形状に基づく耐震診断手法の分析にあたり、「5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析」で収集した耐震診断資料を活用して分析を行った。すなわち、活用したのは「北海道R住宅」のうち、耐震診断により耐力評価した94棟の耐震診断資料である。

(1) 建物形状の分析

1) 建物短辺幅

一般診断においては平均的な木造住宅から必要耐力を導きだされており、短辺幅が短い建物では必要耐力を割増す必要があることは前述したとおりである。そこで、この必要耐力の割増し対象となる建物2階の主要な短辺幅について分析した結果を図6-1に示す。

「略算法」においても「形状割増係数」による補正が必要となる短辺幅4.0[m]未満の建物が11棟ある反面、短辺幅が6.0[m]以上の建物も42棟ある。

なお、「木造住宅の耐震診断と補強方法」では短辺幅が6.0[m]以上の建物では必要耐力を低減することが可能ではあるが、一般診断法ではその略算的な診断手法を鑑みて低減を行わないものとしている。しかしながら、短辺幅が7.0[m]以上である建物も17棟存在して、最大で9.0[m]となっている現況も鑑みる必要があるかと思われる。

2) 建物四隅の壁配置

北海道の木造住宅は、断熱性を考慮した結果、窓開口が比較的小さい傾向が見られる。また、積雪荷重への対応と断熱上の優位性から、建物の隅角部には壁を設ける傾向があるように思われる。そこで、建物1階の隅角部の壁有無及びその壁種類を分類したものを図6-2に示す。また、建物1階の隅角部における壁有無と種類の組合せを分類したものを図6-3に示す。

図6-2は建物1階四隅についてX方向、Y方向それぞれの壁有無・種類を分類したもので、建物1棟につき8面、計94棟752面の状況についてまとめたものである。隅角部の約3/4の面で壁があり、その9割が耐力壁となっている。

図6-3は建物1階四隅について壁種類の組合せをまとめたものである。隅角部に壁が存在する面の更に約3/4である全体の6割弱でX方向、Y方向ともに壁が存在している。

「5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐

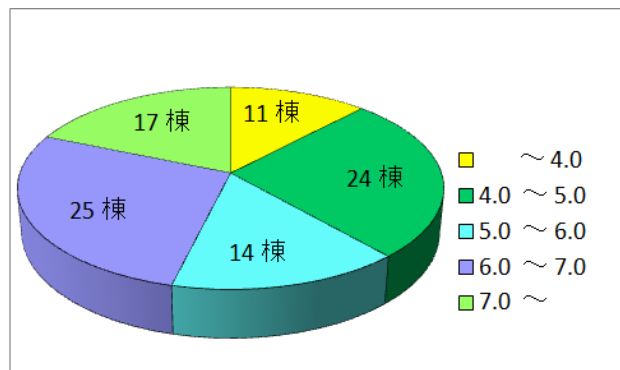


図6-1 建物2階の短辺幅分布：[m]

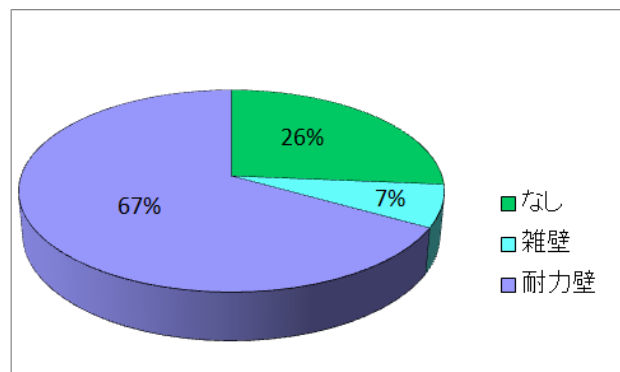


図6-2 建物1階の壁有無・種類

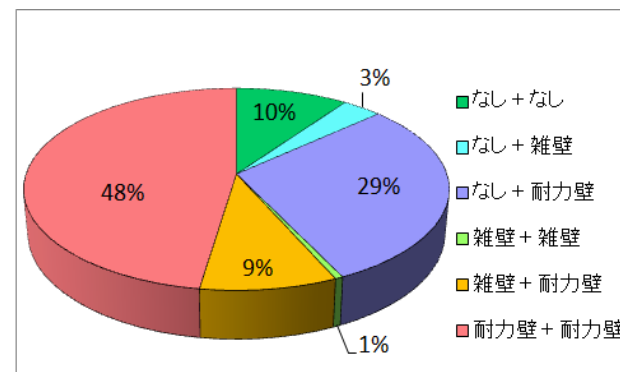


図6-3 建物1階の壁組合せ

震診断資料の収集分析」の「(3) 耐震診断項目の分類」における「8) 接合部仕様」においては接合部の仕様は極めて貧弱な建物が多数を占めたが、直交する壁の存在により柱の引き抜き力に対する抵抗能力が増せば、壁の持つ耐力をより活かせる可能性がある。

3) 屋根形状

「木造住宅の耐震診断と補強方法」の一般診断法の必要耐力は、“床面積あたりの必要耐力”に“各階の必要耐力算出用床面積”を乗じる形で算定している。この“各階の必要耐力算出用床面積”の算定における説明で、2階床面から建物頂部まで連続する屋根を“大屋根”と総称している。ここではその“大屋根”を更に区分して、屋根の一部が片方向に45[°]以上の角度をもって葺かれているものを“折れ屋根”、角度が45[°]に満たないものを“勾配屋根”、屋根が両方向に2階床面から建物頂部まで連続しているものを“三角屋根”として、屋根形状の分布をまとめた。図6-4にその屋根形状の分布を示す。

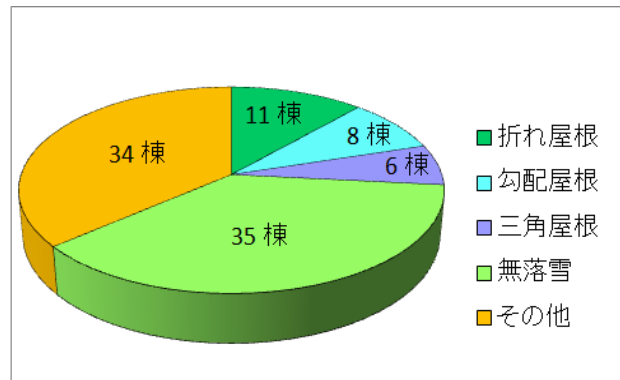


図6-4 屋根形状の分布

“折れ屋根”“勾配屋根”“三角屋根”を合わせた“大屋根”は25棟と約1/4が該当する。その“大屋根”について、“計算用床面積範囲”の算定については説明があるものの、それ以外の取扱いについては触れられていない。2階床面から建物頂部まで連続することから何れも積雪荷重による“床面積あたりの必要耐力”算出の際に想定した屋根勾配20[°]を上回るそれなりの勾配を有しているが、積雪荷重の勾配低減に関して2階は“計算用2階床面積範囲”を限定することによりある程度の補正が図られるが、1階について補正措置は採られていない。また、大屋根面の耐力や大屋根と取り合う壁の取扱いや1階に適用する「柱接合部による低減係数」の区分など、不明確な事項が多数残存している。

また、“無落雪”屋根は軒の出が殆どない建物もある（改築に伴い“無落雪”化されたものを除く）。従って、“床面積あたりの必要耐力”算出の際に見込まれる積雪荷重及び屋根荷重のケラバ・軒の出による面積割増(=1.3)は、過剰に見込まれていることになる。

(2) 耐震診断手法の分析

収集した耐震診断資料は、2004年に改訂された「木造住宅の耐震診断と補強方法」の一般診断法に基づいて耐震診断が行われたものである。しかしながら詳細な耐震診断方法は区々であり、以下の分析に当たって、比較部分以外は同一方法で統一して行うこととした。統一した診断方法は次の通りである。

- ・「床面積あたりの必要耐力の算出法」は建物を総2階と想定して算出した方法を用いる
- ・耐力要素の壁長については、長さに比例した耐力が保証されていない下限長さを下回るものについては考慮しない
- ・四周の釘打ちがされていない片側に柱の存在しない壁については考慮しない
- ・2階建ての「柱接合部による低減係数」は、大屋根での取扱い（「5. 北海

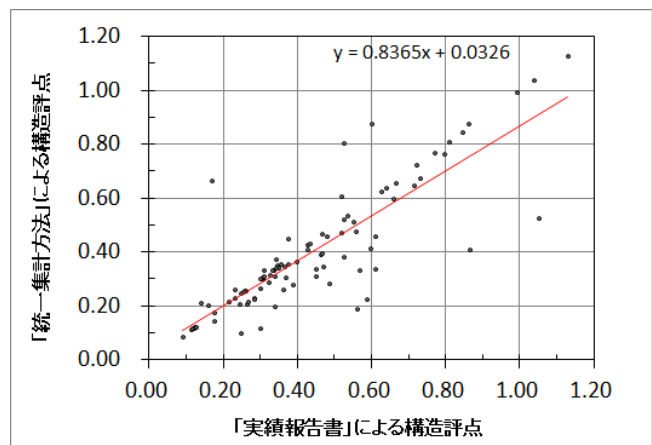


図6-5 「統一集計方法」による構造評点の傾向

道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析」参照) や上階の領域範囲に不明確な部分があることから、全て2階建ての1階として取り扱う

- その他の設定については、耐震診断資料の設定値を使用する

収集した耐震診断資料に添付された耐震診断報告書である「実績報告書」における構造評点と、上記の統一した集計方法による構造評点との比較を図 6-5 に示す。統一した集計方法による構造評点の方が若干小さめの傾向を示す。一部で両者の構造評点が大きく異なる建物が出ているが、これは以前より指摘されていた「耐力要素の配置等による低減係数」の不連続性に起因するものと思われる。

1) 床面積あたりの必要耐力設定方法の分析

「木造住宅の耐震診断と補強方法」の一般診断法における2通り“床面積あたりの必要耐力”の設定方法について比較する。即ち、上記で統一手法とした建物を総2階と想定して算出した“床面積あたりの必要耐力”の算出方法である「略算法」と、各階の床面積を考慮した必要耐力の算出方法である「精算法」について比較する。

ただし、前述したように「略算法」と「精算法」では建物短辺幅に応じた「形状割増係数」の基準幅が異なる(「5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析」の「(3) 耐震診断項目の分類」における「5) 形状割増係数」参照)。また、2012年改訂版の「木造住宅の耐震診断と補強方法」では、更に「耐力要素の配置による低減係数」に偏心率による結果を用いることとされた。このため厳密にはこれら係数の影響も受けるが、ここでは純粋に両者の“床面積あたりの必要耐力”のみを比較する。

地震地域係数 Z を乗じる前の“床面積あたりの必要耐力”について、「略算法」と「精算法」で比較した結果を図 6-6 に示す。「略算法」と比べた「精算法」の“床面積あたりの必要耐力”は、1階では小さく、2階ではほぼ同程度となる。このことから、「5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析」の「(2) データ群の属性」における「4) 床面積」の分布において1階に対する2階の床面積比率の中心が半分程度であることから、「各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【精算法】」を極力用いた方が、適切な診断結果を得られる可能性が高いと思われる。

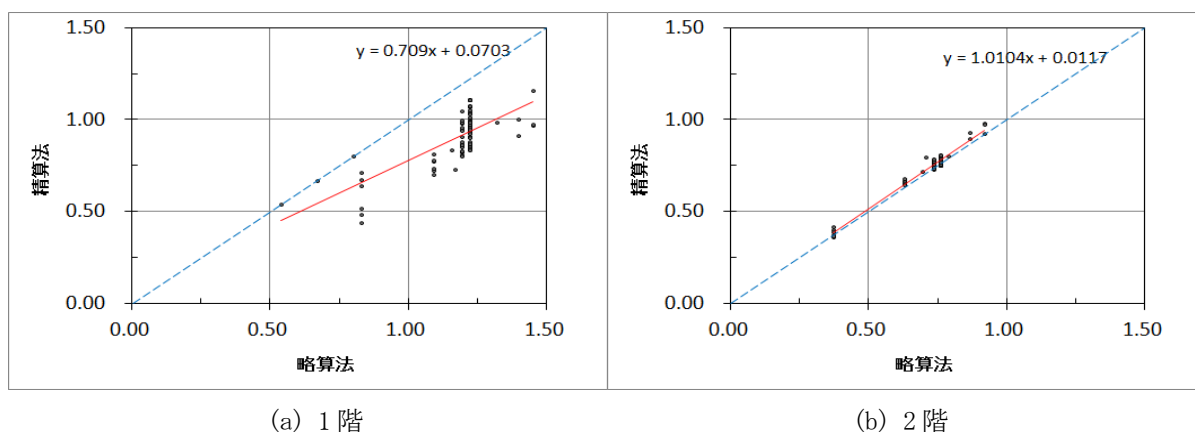


図 6-6 “床面積あたりの必要耐力”の比較

2) 積雪を考慮した柱接合部低減係数の適用と積雪有無を考慮した耐震診断手法の分析

2004年に改訂された「木造住宅の耐震診断と補強方法」では、必要耐力の算定に当たっては“床面積あたりの必要耐力”に「積雪深」による加算を求めている。一方、保有耐力の算定に当たっては積雪荷重による柱頭・柱脚接合部の引き抜き力が抑えられる効果が見込まれていない小さな「柱接合部による耐力低減係数」しか示されておらず、これを用いざるを得なかった。この結果、耐震診断結果としては安全側の評価とはなるが、極めて非合理的な診断結果となった。そこで、2008年に積雪を考慮した柱接合部による低減係数について補足され、評価する方法が示された。

即ち、多雪区域における一般診断法を用いた診断については、積雪を考慮しない必要耐力と柱接合部の低減係数による“無積雪時の構造評点”と積雪を考慮した必要耐力と柱接合部の低減係数による“積雪時の構造評点”の両者を求め、低いほうの構造評点を当該建物の耐震診断評点とすることとされた。

図6-7に2004年版の必要耐力のみに積雪荷重を考慮した評価方法による構造評点（以下、「2004年版の方法」という）と、2008年に補足された無積雪時と積雪時の評点の低いほうによる構造評点（以下、「2008年補足の方法」という）の比較を示す。

構造評点は「2004年版の方法」より、「2008年補足の方法」の方が2割程度大きくなる。なお、一部で評価が逆転する建物もあるが、これは「耐力要素の配置等による低減係数」の不連続性に起因するものであり、この矛盾は2012年改訂版でおおよそ解消されている（それでもなおも逆転現象が残ることもあるが、これは積雪考慮の有無により偏心が大きく影響を受けるためと思われる）。

また、図6-8には「2008年補足の方法」による“無積雪時の構造評点”と“積雪時の構造評点”の比較を示す。

“無積雪時の構造評点”と“積雪時の構造評点”の両者を求め、低いほうの評点を当該建物の耐震診断評点とする場合において、後者により決定される場合が圧倒的に多い（約80[%]）が、どちらにより構造評点が決定されるかについての一定則は見出せていない。従って、耐震診断プログラムなどを用いて評価を行う場合に、通常は2通りの計算をさせて、両者の構造評点を比較して建物としての構造評点を確定させる必要がある。

3) 建物短辺長さの実況を考慮した必要耐力設定方法の分析

一般に床面積が大きい場合には相対的に軒の出・ケラバの出の影響は少なくなるが、短辺方向の長さが短い場合には床面積に占める外壁および内壁の占める割合が相対的に大きくなる。必要耐力の算出根拠となった「床均し荷重」は、平均的な木造住宅で整形な建物（形状比 短辺：長辺=1：2程度）から導き出された値である。このため、短辺長さが6.0[m]未満の細長い建物では荷重が低めに算出される傾向があり、短辺長さが6.0[m]未満の建物には割増しを行って必要耐力を補正する必要がある。

一般診断法では、このことを考慮して短辺長さ4.0～6.0[m]に対応する割増係数(=1.15)を予め見込み、短辺長さが6.0[m]以上の建物も含めて割増した「床面積あたりの必要耐力」を設定している。以上のことから、短辺長さが6.0[m]以上の建物では本来は必要耐力を割増しする必要はないが、現行の一般診断法ではその略算的な診断手法を鑑みて短辺長さが6.0[m]未満の建物と同様に割増した「床面積あたりの必要耐力」が用いられている。

一方、北海道の既存木造住宅における建物2階の主要な短辺長さについて分析した結果を図6-9に再度示す。「形状割増係数」による追加補正が必要となる短辺長さ4.0[m]未満の建物が11棟ある反面、短辺長

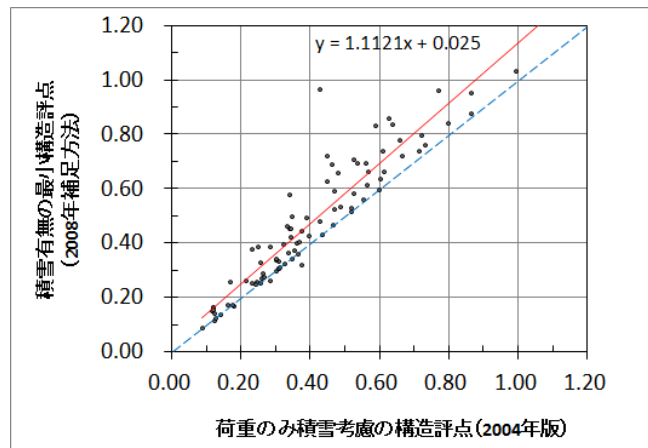


図6-7 多雪地域の新旧耐震診断法の比較

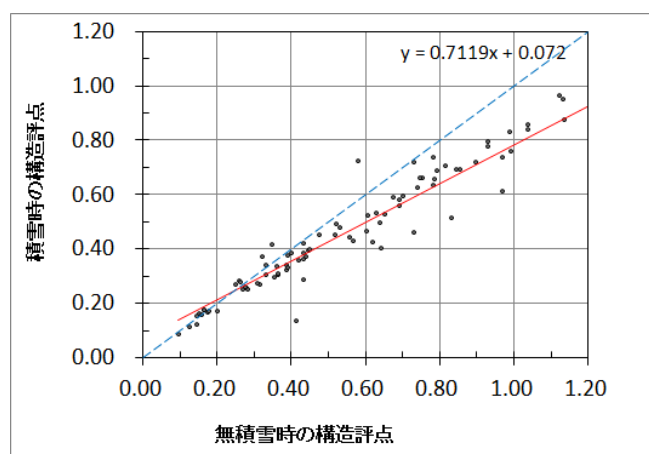


図6-8 無積雪時と積雪時の構造評点の比較

さが 6.0[m]以上の建物も 42 棟ある。更に、短辺長さが 7.0[m]以上である建物も 17 棟存在して、最大で 9.0[m]となっている。そこで、短辺長さが 6.0[m]以上の建物について必要耐力の割増しを行わず(=割増し分を低減)に構造評点の算出を行った。

表 6-1 に短辺長さが 6.0[m]以上の建物に適用した「床面積あたりの必要耐力」を示す。これは、「木造住宅の耐震診断と補強方法」において 2 階建ての 1 階、3 階建ての 1, 2 階に乗せられていた短辺長さ 4.0～

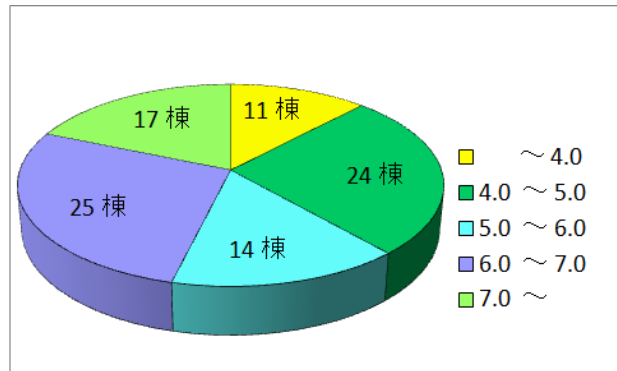


図 6-9 建物 2 階の短辺長さ分布 : [m]

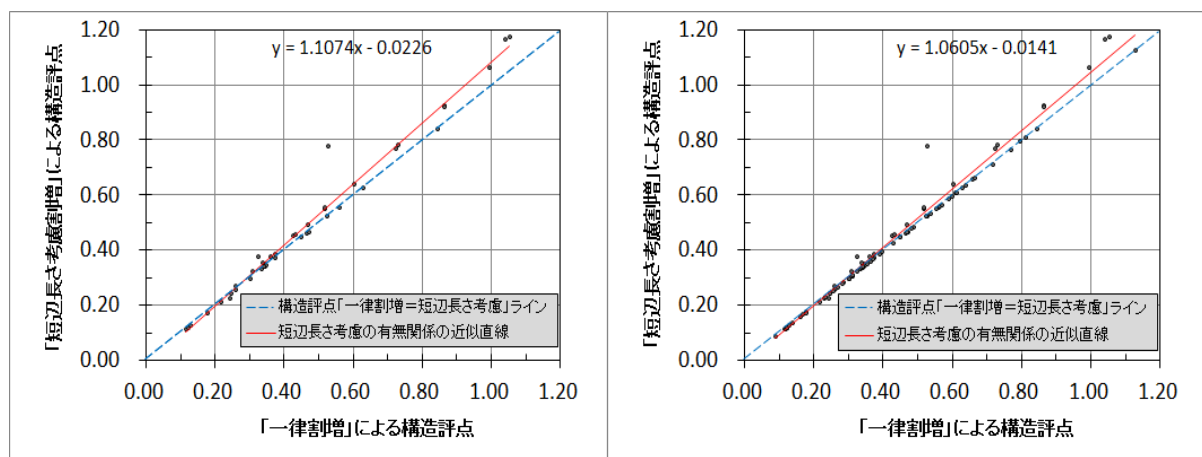
6.0[m]に対応する割増係数 (= 1.15) を除したものである。表 6-1 に赤字で示した「床面積あたりの必要耐力」が、「木造住宅の耐震診断と補強方法」で使用されている「床面積あたりの必要耐力」を割増係数で除した箇所である。

表 6-1 6.0[m]以上の建物に適用する床面積あたりの必要耐力: [kN/m²]

対象建物		軽い建物	重い建物	非常に重い建物
平屋建て		0.28Z	0.40Z	0.64Z
2階建て	2階	0.37Z	0.53Z	0.78Z
	1階	0.72Z	0.92Z	1.23Z
3階建て	3階	0.43Z	0.62Z	0.91Z
	2階	0.85Z	1.09Z	1.38Z
	1階	1.17Z	1.44Z	1.80Z

「床面積あたりの必要耐力」について、短辺長さが 6.0[m]以上の建物に割増しを行った場合(「木造住宅の耐震診断と補強方法」の方法: 以下、「一律割増」という)と割増しを行なわなかった場合(以下、「短辺長さ考慮割増」という)で比較した結果を図 6-10 に示す。

短辺長さが 6.0[m]以上の建物においては、構造評点が 1 階で決まる建物で軒並み構造評点が向上して、「一律割増」に比べて「短辺長さ考慮割増」による構造評点は 1 割弱程度大きくなる。短辺長さが 6.0[m]未満の建物も含めた 94 棟全体平均でも、構造評点は 5[%]強程度大きくなる結果となった。



(a) 建物短辺長さ 6.0[m]以上の建物での比較

(b) 全ての建物での比較

図 6-10 「一律割増」と「短辺長さ考慮割増」との構造評点の比較

4) 屋根における積雪荷重の勾配低減を考慮した必要耐力設定方法の分析

多雪区域における「単位面積あたりの積雪荷重」の評価において、「屋根の勾配による低減係数」は屋根勾配を 20[°]と設定して算定している。

一方で、耐震診断資料を収集した「北海道 R 住宅」94 棟の屋根形状の分布では、2 階床面から建物頂部まで連続する“大屋根”と総称される“折れ屋根”“勾配屋根”“三角屋根”は 25 棟と約 1/4 が該当しており、その屋根勾配は 20°]を上回るそれなりの勾配を有しているが、「床面積あたりの必要耐力」の算出において積雪荷重による勾配低減は個別には配慮されていない。そこで「床面積あたりの必要耐力」の算出において、建築基準法施行令第 86 条第 4 項に規定された「屋根形状係数」に基づき、個別に積雪荷重の「屋根の勾配による低減係数」を行い構造評点の違いについて検証を行った。なお、“大屋根”において屋根面の途中で屋根勾配が変化しているものについては、安全側に単純化するため最も緩い勾配の屋根勾配を用いて、屋根面全体に対する積雪荷重の「屋根の勾配による低減係数」を設定した。

図 6-11 に“大屋根”を有する建物について、一律 20°]の屋根勾配に基づく積雪荷重の「屋根の勾配による低減係数」による構造評点と、個別の屋根勾配に基づく積雪荷重の「屋根の勾配による低減係数」による構造評点の比較を示す。積雪荷重の「屋根の勾配による低減係数」の違いによる構造評点への影響は小さく、差は極めて少なかった。これは、最も緩い勾配の屋根勾配を用いて「屋根の勾配による低減係数」を設定した影響もあるかと考えられるが、「単位面積あたりの積雪荷重」

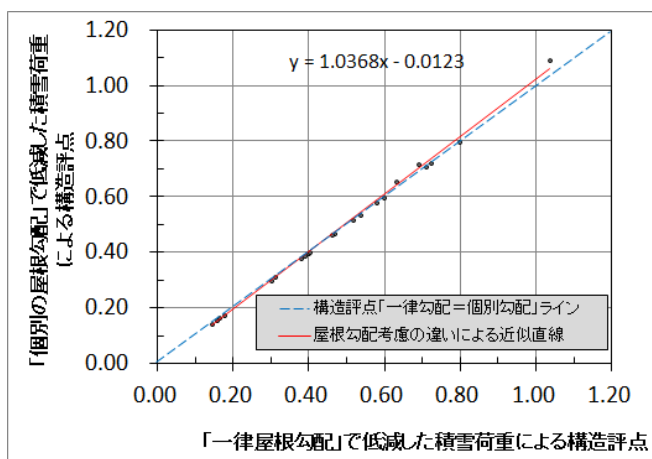


図 6-11 積雪荷重低減における屋根勾配

の評価において 20°]の屋根勾配を元々考慮していること、多雪区域の建物でも

評価方法による構造評点の比較

“積雪時の構造評点”よりも“無積雪時の構造評点”の方が低く、個別の「屋根の勾配による低減係数」を考慮しても構造評点に変化しない建物も存在すること、などが原因として考えられる。

5) 無落雪屋根における面積割増を考慮した必要耐力設定方法の分析

耐震診断資料を収集した「北海道 R 住宅」94 棟の屋根形状の分布では、“無落雪”屋根は 35 棟ある。“無落雪”屋根を採用した住宅では、改築に伴い“無落雪”化されたものを除き軒の出が殆どない建物が多く、中には軒の出が全くない建物も 9 棟存在する。これら建物では、「床面積あたりの必要耐力」算出の際に見込まれる屋根荷重および積雪荷重の評価において、ケラバ・軒の出による面積割増 (=1.3) は過剰に見込まれていることになる。そこで軒の出が全くない建物について、この面積割増を行う前の「床面積当たりの屋根荷重」により「床面積あたりの必要耐力」を算定する。

表 6-2 に「床面積あたりの必要耐力」を算定する元となる「床均し荷重」を、表 6-3 にそれを用いて算定した「床面積あたりの必要耐力」を示す。

表 6-2 に赤字で示した「床面積当たりの屋根荷重」が、「木造住宅の耐震診断と補強方法」で使用されている「床面積あたりの屋根荷重」を面積割増で除した「床面積当たりの屋根荷重」である。

これ以外の「床均し荷重」については、「木造住宅の耐震診断と補強方法」で使用されている「床面積当たりの荷重」を用いている。これら「床均し荷重」を用いて、「木造住宅の耐震診断と補強方法」と同様に各階の床面積が等しいとして各階質量を設定して、層せん断力係数分布 A_i 分布に基づき「床面積当たりの

表 6-2 面積割増を行っていない屋根荷重を含む「床均し荷重」

床均し荷重 [kN/m ²]	A. 屋根	B. 外壁	C. 内壁	D 1. 床	D 2. 積載荷重
① 軽い建物	0.70	0.75	0.20	0.60	0.60
② 重い建物	0.95	1.20	0.20	0.60	0.60
③ 非常に重い建物	1.95	1.20	0.45	0.60	0.60

必要耐力」を求めた結果が表 6-3 に示す「床面積あたりの必要耐力」である。

積雪荷重に対する面積割増についても、同様に調整して積雪荷重による「床面積あたりの必要耐力」の加算分を算定する。すなわち、「単位面積あたりの積雪荷重」として $0.010d$ [kN/m^2] ($=0.013d/1.3$; d : 積雪深 [cm]) を「床面積当たりの屋根荷重」に加えて「床面積あたりの必要耐力」を算定して、積雪荷重を考慮していない場合の「床面積あたりの必要耐力」との差分を積雪荷重による加算分とする。なお、その結果に基づく積雪荷重による「床面積あたりの必要耐力」の加算分は、積雪 1[m] のとき $0.26Z$ [kN/m^2]、積雪 2[m] のとき $0.52Z$ [kN/m^2]、積雪 1~2[m] のときは直線補間した値と大きく変わらないことから、一律の面積割増を行う場合と同一の値を用いることとする。

図 6-12 に軒の出が全くない建物について、屋根荷重および積雪荷重における面積割増有無による構造評点の比較を示す。この面積割増を行っていない「床面積あたりの必要耐力」を用いて算定した構造評点は、一律の面積割増された「床面積あたりの必要耐力」を用いて算定した構造評点に比べて 5[%] 強程度大きい結果となった。

6) 診断手法の分析における留意事項

住宅形状に関係する診断手法の分析において、「床面積あたりの必要耐力」を見直して構造評点の変化について考察を行ったが、この「床面積あたりの必要耐力」の見直しにあたって、「床面積当たりの外壁荷重」や「床面積当たりの内壁荷重」は「木造住宅の耐震診断と補強方法」における資料編の「床均し荷重」をそのまま用いている。すなわち、道内の木造住宅では開口面積が小さい傾向もあるが、「外壁の床均し荷重」は“開口面積率” 40[%] 程度の値をそのまま採用している。間仕切り壁も多い傾向もあるが、「内壁の床均し荷重」は“外壁線と内壁線の割合” は 75[%] の値をそのまま採用して、内壁の“開口面積率” も 60[%] 程度の値のままとしている。また、「⑤無落雪屋根における面積割増を考慮した必要耐力設定方法の分析」においても「床面積あたりの屋根荷重」の見直しを行ったが、ここでも軒はないもののパラペットなどの立ち上がりが存在する場合もあり、「床面積あたりの屋根荷重」を単純に 1.3 で除した値が妥当であるかを検証する必要があるかと思われる。

今回の分析では当該検討箇所以外の「床均し荷重」をそのまま使用したが、「床面積あたりの必要耐力」の再設定にあたっては、地域性や生活様式の時代的変化における住宅様式の違いなどを踏まえて上記割合などの設定も見直すとともに、内外壁仕上材料の変化による単位面積重量なども含めて再評価の上、「床均し荷重」を総合的に見直して「床面積あたりの必要耐力」を設定していくことが望ましい。

表 6-3 屋根荷重に面積割増を行っていない

「床面積あたりの必要耐力」

対象建物		軽い建物	重い建物	非常に重い建物
平屋建て		0.23Z	0.33Z	0.55Z
2階建て	2階	0.30Z	0.44Z	0.67Z
	1階	0.77Z	0.98Z	1.31Z
3階建て	3階	0.35Z	0.51Z	0.78Z
	2階	0.91Z	1.16Z	1.47Z
	1階	1.28Z	1.58Z	1.97Z

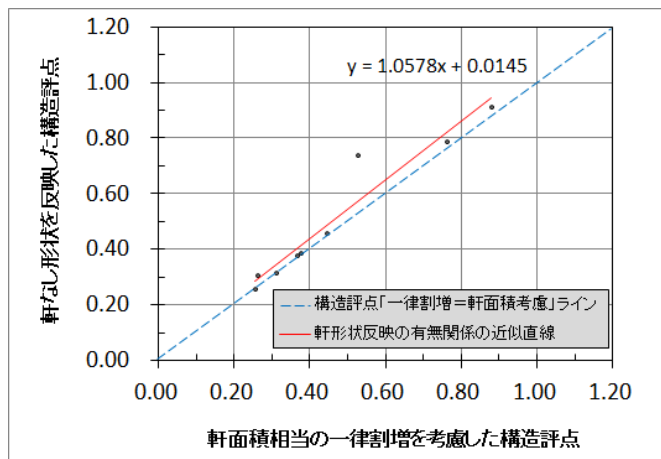


図 6-12 屋根荷重および積雪荷重における面積割増有無による構造評点の比較

7. 壁要素における直交壁による付加性能（耐力）に関する検証実験

(1) 検証対象要素の抽出経緯

北海道の木造住宅は、断熱性を考慮した結果、窓開口が比較的小さい傾向が見られる。また、積雪荷重への対応と断熱上の優位性から、建物の隅角部には壁を設ける傾向があるように思われることから、「6. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析」において「北海道 R 住宅」における建物 1 階の隅角部の壁有無及びその壁種類（図 7-1）、および建物 1 階の隅角部における壁有無と種類の組合せ（図 7-2）を分類した。その結果、隅角部の約 3/4 の面で壁があり、その 9 割が耐力壁となっていること、隅角部に壁が存在する面の約 3/4 である全体の 6 割弱で X 方向、Y 方向ともに壁が存在していることが判った。

この隅角部のように直交する壁が存在する箇所では、直交する壁により柱の引き抜き力に対する抵抗能力が増して壁の持つ耐力をより活かせる可能性があることが、従前より指摘はされている¹²⁾。実際に「木造住宅の耐震診断と補強方法」においても、「壁の耐力」は壁自身の「壁強さ倍率」と「柱接合部による低減係数」を乗じて求めることとなっており、耐震診断における壁耐力評価には接合部評価の影響は大きい。しかしながら、その効果について示された資料は見当たらない。

そこで、直交壁による付加性能（耐力）に関して、実験によりその効果を検証することを目的とする。

(2) 試験体の仕様

検証実験は「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008 年版）」¹³⁾に紹介されている「鉛直構面及び水平構面の剛性と許容せん断耐力を算定するための試験」（以下、「グレー本評価試験」）を準用して試験を行う。その試験体の仕様についても同書を準用するが、実験の目的や特性を鑑みて以下の通り形状とする。

- ・直交壁による付加性能（耐力）を確認するため、柱脚引張となる側に直交壁を設けた L 型平面試験体を基本とする
- ・L 型平面試験体と比較のため、必要に応じて比較のために I 型平面試験体を設定する
- ・隅角部における壁長の実況、L 型平面試験体の加力装置への設置上の制約などを勘案して、各面 1P (910×2, 730) とする

この他、各部の詳細仕様については、「6. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析」の結果などに基づき、以下の通り設定を行った。

1) 対象仕様

図 7-3 に「北海道 R 住宅」における「接合部仕様」設定の分布を示す。設定は“ほぞ差し、釘打ち、かすがい等”の仕様である“接合部Ⅳ”が 72 棟、“ほぞ差し、釘打ち、かすがい等（構面の両端が通し柱の場合）”の仕様である“接合部Ⅲ”が 10 棟と、貧弱な仕様の接合部仕様が大多数を占める形となっている。そこで、試験体の接合部仕様の設定においても“接合部Ⅳ”に相当する“ほぞ差し、釘打ち、かすがい等”

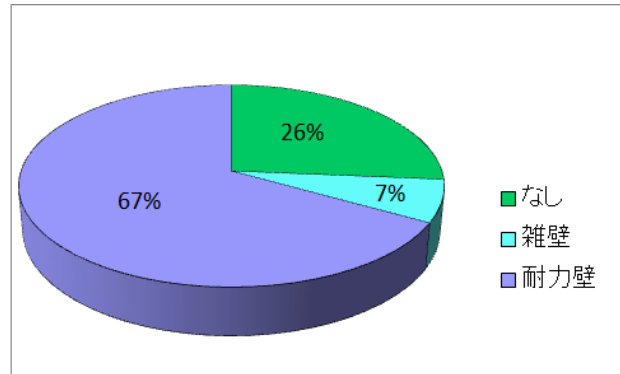


図 7-1 建物 1 階四隅の壁有無・種類

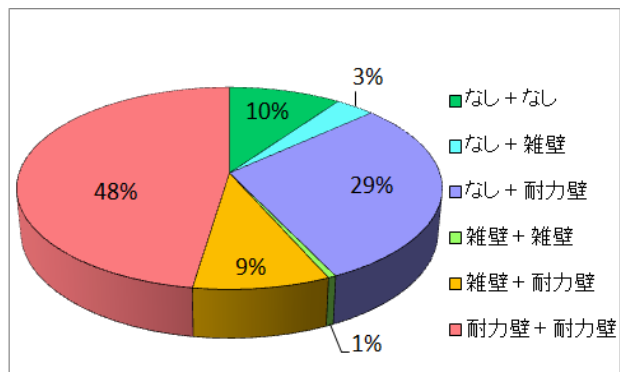


図 7-2 建物 1 階四隅の壁組合せ

の仕様を採用することとする。

また、図7-4には「北海道R住宅」における「竣工年」の分布を示す。耐震基準改正直前の昭和51年～昭和55年の間に建設された建物が41棟（44[%]）に及び、年代別では最大数を占めている。そこで、試験体の耐力要素仕様においては、今後の耐震改修需要を鑑みてこの中心年代以降に多用された「サイディング張り」仕様を中心に設定することとする。

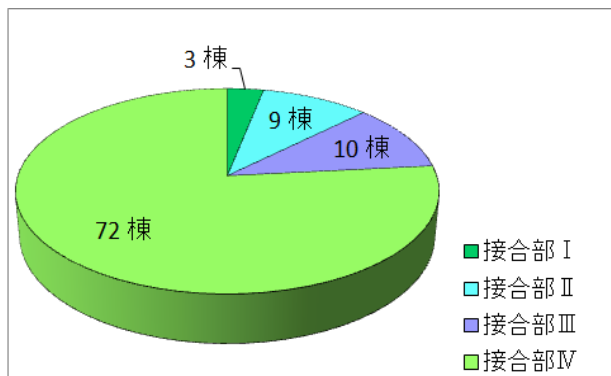


図7-3 「接合部仕様」設定の分布

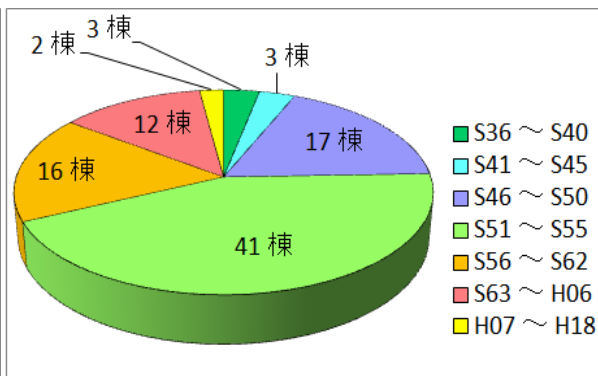


図7-4 竣工年の分布

2) 試験体のパラメータ

表7-1に前述した仕様選定要素に基づき設定した試験体16体の仕様一覧を示す。また、写真7-1に実験状況（試験体No.4）を、図7-5に試験体図（試験体No.4）を示す。なお、各試験体の試験体図面は【資料編】に収録した。耐力要素は、「サイディング張り」が8体、その他の面材系が6体、筋かいによるものが2体である。比較のためのI型平面試験体は「筋かい」を用いた試験体を除く面材系の試験体のみに設定して、試験体数は計7体とした。

表7-1 試験体の仕様一覧

番号	耐力要素・接合方法	平面形状	壁形状	
			加力面	直交面
1	横直張りサイディング 7 12x910x455 スクリング釘：45mm×柱・間柱 縦3本/枚	I型	フル壁	—
2		L型	フル壁	フル壁
3	通気胴縁 18x45 + N75@450 横張りサイディング 7 12x910x455 スクリング釘：45mm×柱・間柱 縦3本/枚	I型	垂壁+腰壁	—
4		L型	垂壁+腰壁	フル壁
5	シーリングボード 7 12x910x2, 730 SN40 釘：外周・中間@150	I型	フル壁	—
6		L型	フル壁	フル壁
7	構造用合板 7 9x910x2, 730 N50 釘：外周・中間@150	I型	フル壁	—
8		L型	フル壁	フル壁
9	構造用パネル (OSB) 7 9x910x2, 730 CN50 釘：外周・中間@150	I型	フル壁	—
10		L型	フル壁	フル壁
11	3つ割り筋かい 30x105 + 端部：3-N75	I型	フル壁	フル壁
12		L型	フル壁	フル壁
13	2つ割り筋かい 45x105 + 端部：3-N75	L型	フル壁	フル壁

また、「サイディング張り」試験体では比較検討のため、耐力要素の接合仕様において通気胴縁を介して接合したもののや、耐力要素の一部に開口を有する垂壁+腰壁といった仕様の試験体もそれぞれ4体ずつ設定した。



写真 7-1 実験状況 (試験体 No. 4)

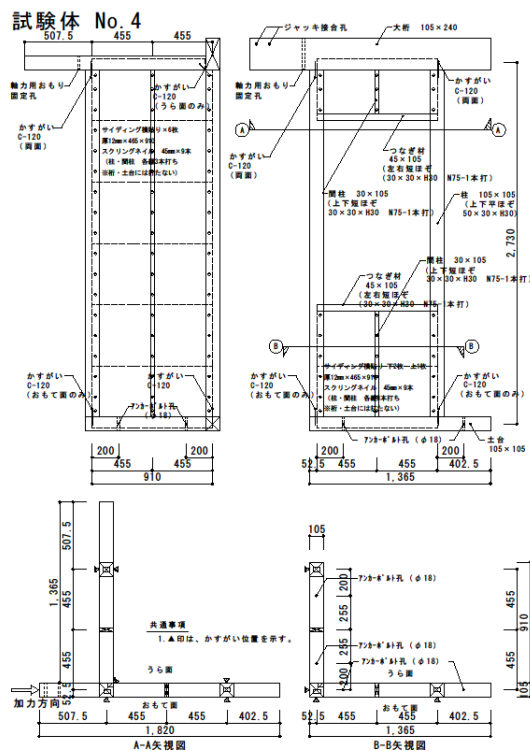


図 7-5 試験体図 (試験体 No. 4)

(3) 加力方法

検証実験における加力方法も「グレー本評価試験」を準用して行う。以下の項目でその相違点を示す。

1) 加力内容

加力は、鉛直加力と水平加力を行う。

鉛直加力は常時荷重に相当する一定軸力を、加力面の柱脚引張となる柱、および直交面を有するL型平面試験体では直交壁端の柱に加えて行う。導入する軸力は、X・Y両方向とも910[mm]間隔で柱が設けられている平屋建ての隅角部柱を想定して、“軽い建物”に相当する「床均し荷重」に垂直積雪深：140[cm]の積雪荷重を加算して、柱1本あたり0.90[kN] (=90[kg])とした。

当該検証実験では柱脚の引き抜きを生じさせるためにタイロッドを用いることが出来ないことから、軸力の载荷は柱頭近傍にカウンターウェイトを上載または吊り下げるにより行った。

水平加力は、各試験体とも直交面も含め各土台をベースフレームにアンカーボルトで固定の上、I型平面試験体ではその壁頭を面内方向に、L型平面試験体では平面的に直交する加力面・直交面の隅角部壁頭を加力面の面内方向に変位を加えることにより行う。载荷には50[kN]アクチュエータを用い、壁頭は加力面外方向に変形しないようローラーにより拘束した。

2) 水平加力スケジュール

図 7-6 に水平加力スケジュールを示す。直交する壁により柱の引き抜き力に対する抵抗能力を確認することが当該検証実験の主目的であることから、水平加力は隅角部の柱が引き抜き側となるような一方の繰り返し加力とした。

水平加力スケジュールも「グレー本評価試験」を準用して、基本的に変位により制御を行った。すなわち、1/450 (6.07[mm]) まで加力後に一旦水平せん断力が 0[kN]になるまで除荷を行い、同様にせん断変形角 1/300 (9.10[mm]) → 1/200 (13.65[mm]) → 1/150 (18.20[mm]) → 1/100 (27.30[mm]) → 1/75 (36.40[mm]) → 1/50 (54.60[mm]) についても、水平加力と除荷を繰り返した。その後、1/30 (91.00[mm]) までの加力と除荷を行い、その際に荷重が最大荷重の 80[%]の荷重まで低下していない場合に限り 200[mm] または最大荷重の 80[%]の荷重まで加力を行った。

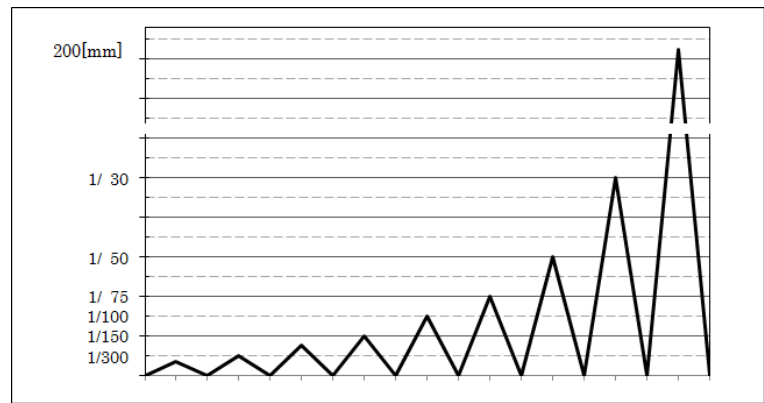


図 7-6 水平加力スケジュール

(4) 実験結果

1) 耐力

表 7-3 に試験体の耐力比較を、表 7-4 に試験体耐力の計算値と実験値の比較（耐力比）を示す。試験体の耐力は「グレー本評価試験」の短期基準せん断耐力に準ずるものとして、「降伏耐力 P_y 」, 「終局耐力 $P_u \times (0.2/D_s)$ 」, および「最大荷重 P_{max} の 2/3」とこれらの最も小さい値とした「短期基準せん断耐力」との関係を表 7-2 に示した。なお、各試験体の水平加力点位置における荷重-変形関係、および短期基準せん断耐力の算定に必要な復元力特性に基づく完全弾塑性モデル設定は【資料編】に収録した。

計算値は、2012 年改定版「木造住宅の耐震診断と補強方法」による積雪深 1[m]のときの平屋建てにおける「無開口壁の耐力: Q_w 」を示す。2004 年版「木造住宅の耐震診断と補強方法」の「壁の耐力: P_w 」とは多少異なるが、「サイディング張り」に関して通気胴縁を介して接合した場合や、精密診断法 1 を準用することにより有開口壁単体の場合の計算値が示されていること、当該耐力要素に関しては 2004 年より概して計算値が大きくなっていることから、比較する対象として採用した。

実験結果から耐力に関しては以下のような傾向が認められた。

- ・短期基準せん断耐力は一部が「降伏耐力 P_y 」で決定されるほかは「終局耐力 $P_u \times (0.2/D_s)$ 」で決まり、「最大荷重 P_{max} の 2/3」が最小値（＝採用値）となる試験体はない。
- ・実験値は L 型試験体では計算値による壁の耐力をほぼ上回り、その比率は最大で 2.99 倍となった。
- ・一方、I 型試験体では計算値による壁の耐力を下回る実験値が散見された。これは試験体を 1P（＝910[mm]）としたことが理由と考えられる。すなわち、壁長が長いほど単位長さあたりの耐力が大きくなる傾向があるが、加力装置への設置上の制約などから計算値設定の際に基準とされた 2P（＝1,820[mm]）より壁長が短い試験体としたことによるものと考えられる。
- ・“サイディング”を用いた試験体を含めた面材系の耐力要素の試験体に比べて、「筋かい」を用いた試験体では（実験値／計算値）が小さめの結果となった。これは筋かい配置の設定（加力面：圧縮となる方向に配置、直交面：引張となる方向に配置）によるものと考えられる。
- ・L 型試験体と I 型試験体を設定した面材系の耐力要素の試験体では、いずれも L 型試験体の方で耐力が大きく、その比率（L 型試験体／I 型試験体）は 1.02～2.91 倍となった。
- ・“サイディング”を用いた試験体では、L 型試験体／I 型試験体の耐力比は 1.02～2.80 倍となった。

表 7-2 試験体の短期基準せん断耐力

番号	耐力要素	平面形状	壁形状		壁の耐力 [kN]			
			加力面	直交面	Py	Pu× (0.2/Ds)	Pmax×2/3	短期基準 せん断耐力
1	サイディング (横直張り)	I型	フル壁	—	1.141	0.745	1.383	0.74
2		L型	フル壁	フル壁	2.308	2.085	3.037	2.09
3		I型	垂壁+腰壁	—	1.127	0.908	1.232	0.91
4		L型	垂壁+腰壁	フル壁	1.356	0.927	1.491	0.93
5	サイディング (通気胴縁)	I型	フル壁	—	1.501	1.162	1.865	1.16
6		L型	フル壁	フル壁	1.995	1.511	2.611	1.51
7		I型	垂壁+腰壁	—	0.953	0.607	1.047	0.61
8		L型	垂壁+腰壁	フル壁	1.163	0.957	1.474	0.96
19	シーリングボード	I型	フル壁	—	1.547	1.669	1.846	1.55
9		L型	フル壁	フル壁	2.375	2.580	2.847	2.37
20	構造用合板	I型	フル壁	—	1.791	1.726	2.159	1.73
10		L型	フル壁	フル壁	3.669	4.436	4.299	3.67
21	構造用パネル (OSB)	I型	フル壁	—	1.634	1.361	2.157	1.36
11		L型	フル壁	フル壁	4.510	3.968	5.987	3.97
12	3つ割り筋かい	L型	フル壁	フル壁	1.448	1.177	1.797	1.18
13	2つ割り筋かい	L型	フル壁	フル壁	2.052	1.826	2.435	1.83

表 7-3 試験体の耐力比較

番号	耐力要素	平面形状	壁形状		壁の耐力 [kN]		
			加力面	直交面	計算値		実験値 短期基準 せん断耐力
					一般診断法	精密診断法	
1	サイディング (横直張り)	I型	フル壁	—	1.53	0.72	0.74
2		L型	フル壁	フル壁			2.09
3		I型	垂壁+腰壁	—	0.61	0.32	0.91
4		L型	垂壁+腰壁	フル壁			0.93
5	サイディング (通気胴縁)	I型	フル壁	—	1.17	0.72	1.16
6		L型	フル壁	フル壁			1.51
7		I型	垂壁+腰壁	—	0.47	0.32	0.61
8		L型	垂壁+腰壁	フル壁			0.96
19	シーリングボード	I型	フル壁	—	2.03	2.03	1.55
9		L型	フル壁	フル壁			2.37
20	構造用合板	I型	フル壁	—	2.90	2.90	1.73
10		L型	フル壁	フル壁			3.67
21	構造用パネル (OSB)	I型	フル壁	—	2.93	2.93	1.36
11		L型	フル壁	フル壁			3.97
12	3つ割り筋かい	L型	フル壁	フル壁	1.71	1.71	1.18
13	2つ割り筋かい	L型	フル壁	フル壁	1.99	1.99	1.83

表 7-4 試験体耐力の計算値と実験値の比較（耐力比）

番号	耐力要素	平面形状	壁形状		耐力比		
			加力面	直交面	実験値／計算値		L型／I型
					一般診断法	精密診断法	
1	サイディング (横直張り)	I型	フル壁	—	0.49	1.03	—
2		L型	フル壁	フル壁	1.36	2.90	2.80
3		I型	垂壁+腰壁	—	1.48	2.84	—
4		L型	垂壁+腰壁	フル壁	1.52	2.90	1.02
5	サイディング (通気胴縁)	I型	フル壁	—	0.99	1.61	—
6		L型	フル壁	フル壁	1.29	2.10	1.30
7		I型	垂壁+腰壁	—	1.30	1.90	—
8		L型	垂壁+腰壁	フル壁	2.05	2.99	1.58
19	シーリングボード	I型	フル壁	—	0.76	0.76	—
9		L型	フル壁	フル壁	1.17	1.17	1.54
20	構造用合板	I型	フル壁	—	0.59	0.59	—
10		L型	フル壁	フル壁	1.26	1.26	2.13
21	構造用パネル (OSB)	I型	フル壁	—	0.47	0.47	—
11		L型	フル壁	フル壁	1.36	1.36	2.91
12	3つ割り筋かい	L型	フル壁	フル壁	0.69	0.69	—
13	2つ割り筋かい	L型	フル壁	フル壁	0.92	0.92	—

2) 破壊性状

表 7-5 に試験体の破壊性状の比較を示す。また、主要な破壊性状を写真 7-2~6 に示す。なお、各試験体の主要な破壊性状に関する写真は【資料編】に収録した。

実験結果から破壊性状に関しては、以下のような傾向が認められた。

- ・ 面材系の耐力要素を用いた L 型試験体では、直交壁端柱脚の引き抜けなど直交壁による効果と推察される破壊形状が見受けられた。
- ・ 面材に“サイディング”を用いた試験体では、サイディングの割れがほぼ全ての試験体で発生した。
- ・ 通気胴縁を介してサイディングを張った試験体では通気胴縁の破壊（割れ）が大きく、これが耐力を左右したと思われる。
- ・ 開口を設けたサイディングの「垂壁+腰壁」試験体では、隅角部柱脚（I 型試験体では引張側柱脚）、直交壁端柱脚に引き抜けはあまり顕著ではなく、サイディングの割れや通気胴縁の破壊（割れ）が主要な破壊形式であった。
- ・ 面材に“シーリングボード”“構造用合板”を用いた試験体では、面材下辺の釘により相当の応力が負担されたと考えられる、釘の引き抜きやめり込み、面材への押し抜きせん断破壊などの破壊性状が確認された。
- ・ 面材に“構造用パネル（OSB）”を用いた試験体では、釘はめり込みで収まっており引き抜きは見受けられない。
- ・ 面材系の“シーリングボード”“構造用合板”“構造用パネル（OSB）”を用いた試験体では、面材自体の剛性の違いが破壊性状に現れている。すなわち、“シーリングボード”“構造用合板”を用いた試験体では“反り”が生じたり、釘の引き抜きや面材への押し抜きせん断破壊が生じたりしている。一方、より剛性の高い“構造用パネル（OSB）”を用いた試験体では面材の平面がほぼ保持され、釘も引き抜けずにめり込みで収まっている。
- ・ 「筋かい」を用いた試験体では、隅角部柱脚や直交面の引張軸力となる筋かいの頭部で引き抜けが顕著であった。

耐力と破壊性状の関係に関しては、以下のような傾向が認められた。

- ・ 直交壁端柱の引き抜けの程度が大きいほど、L 型試験体と I 型試験体の耐力比は大きくなる傾向が見受けられた。
- ・ 面材系の耐力要素を用いた試験体では、下地、釘、面材を含めた耐力要素全体の剛性に耐力がほぼ左右されており、I 型試験体、L 型試験体ともに剛性が高いほど耐力も高くなる傾向となった。

表 7-5 試験体の破壊性状の比較

番号	耐力要素	平面形状	壁形状		破壊性状	
			加力面	直交面	主要破壊性状	直交壁端 柱脚引き抜け 状況
1	サイディング (横直張り)	I型	フル壁	—	かすがいの引き抜け かすがいによる土台割裂	—
2		L型	フル壁	フル壁	かすがいの引き抜け サイディングの割れ	あり
3		I型	垂壁+ 腰壁	—	サイディングの割れ	—
4		L型	垂壁+ 腰壁	フル壁	サイディングの割れ	わずか
5	サイディング (通気胴縁)	I型	フル壁	—	かすがいの引き抜け	—
6		L型	フル壁	フル壁	サイディングの割れ	殆どなし
7		I型	垂壁+ 腰壁	—	通気胴縁の割れ サイディングの割れ	—
8		L型	垂壁+ 腰壁	フル壁	通気胴縁の割れ サイディングの割れ	わずか
19	シーリング ボード	I型	フル壁	—	SN釘の押し抜き かすがいの引き抜き	—
9		L型	フル壁	フル壁	SN釘の引き抜き・めり込み かすがいによる土台割裂	わずか
20	構造用合板	I型	フル壁	—	N釘の引き抜き・構造用合板の反り かすがいの引き抜き	—
10		L型	フル壁	フル壁	N釘の引き抜き・めり込み	わずか
21	構造用パネル (OSB)	I型	フル壁	—	CN釘のめり込み かすがいの引き抜き	—
11		L型	フル壁	フル壁	CN釘のめり込み かすがいの引き抜き	あり
12	3つ割り 筋かい	L型	フル壁	フル壁	かすがいの引き抜き 直交面筋かい頭部N釘の引き抜き	なし
13	2つ割り 筋かい	L型	フル壁	フル壁	かすがいの引き抜き 直交面筋かい頭部N釘の引き抜き	なし



写真 7-2 通気胴縁の割れ [サイディング撤去後] (試験体 No. 7)



写真 7-3 かすがいの引き抜け、
土台の割裂 (試験体 No. 1)



写真 7-4 サイディングの割れ
(試験体 No. 3)



写真 7-5 釘の引き抜き、ボードの浮き
(試験体 No. 9)



写真 7-6 筋かい頭部の釘の引き抜き
[右が直交面] (試験体 No. 13)

8. 直交壁の付加性能による耐震診断値の改善効果に関する分析

「6. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析」と同様に、「5. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料の収集分析」で収集した「北海道R住宅」94棟の耐震診断資料を活用して、直交壁の付加性能を考慮した場合の構造評点への影響について分析を行った。

(1) 分析パラメータの設定

付加性能を考慮する範囲、割合については、「7. 壁要素における直交壁による付加性能（耐力）に関する検証実験」（以下、「検証実験」）を踏まえて分析パラメータを設定して、影響度について検討を行う。

直交壁の付加性能は、壁倍率を割増すことで考慮する。ここで、「筋かい」は検証実験結果から直交壁による付加性能を必ずしも期待することができないことから、分析の対象から除外することとした。すなわち、直交壁のうち「筋かい」分の壁倍率は割増しを行わないこととした（「筋かい」と併用する壁仕様に係る壁倍率についてのみ割増しを行う）。

また、直交壁の付加性能による割増しを行う対象は1階のみとして、2階の直交壁についてはその脚部の状況に影響を受ける可能性が高いため、現状では分析の対象から外した。

これら分析対象を踏まえてパラメータは、次の通り3種類、4項目とした。

- ・対象壁長
- ・壁組合せ（直交壁の効果を考慮する範囲、内壁の考慮有無）
- ・壁倍率の割増率

以下に、各パラメータの設定について詳述する。

1) 対象壁長

割増しを考慮する範囲は試験結果と乖離しないよう対象とする壁長を限定した。すなわち、910[mm]以下または1,820[mm]以下の2通りとした。

なお、壁倍率の割増し対象となる壁の長さが対象壁長以上の長さを有する場合は、対象壁長までの範囲のみ、壁倍率を割増すこととした。

2) 壁組合せ

直交壁の効果を考慮する壁組合せ種類について、3通りのパターンを設定した。

- ・隅角部のX・Y両方向とも耐力壁のみの場合（以下、「隅角部耐力壁」）
- ・上記のほかに、隅角部で片方向が無開口雑壁（雑壁：壁長が耐力壁としての下限長さを下回る60[cm]未満の無開口壁）を含む場合（以下、「隅角部無開口壁全て」）
- ・上記のほかに、隅角部以外のL字形角部やT字形交差部の直交壁を含む建物外周に存在する直交壁全てを含む場合（以下、「外部無開口壁全て」）

また、内壁については、納まりの関係から直交壁による付加性能を期待できない場合も考えられることから、分析においては壁倍率の割増しに考慮する場合と無視する（内壁分の壁倍率は割増しを行わない）場合の2通りを設定した。

3) 壁倍率の割増率

壁倍率の割増率（耐力割増倍率）は、検証実験結果を包絡するように1.25～3.00倍とした。

(2) 分析結果

直交壁の付加性能による耐震診断値の改善効果は構造評点の改善率で評価することとして、表 8-1 および表 8-2 に直交壁による構造評点改善率の比較を示す。また、図 8-1 に直交壁の付加性能の考慮有無による構造評点の比較例（対象壁長 ≤ 0.910 [m]，外部無開口壁全て考慮，内壁考慮，耐力割増倍率 $\times 2.00$ の場合）を示す。

直交壁の付加性能を考慮したいずれの場合でも構造評点は 0.9~10.7 [%] 改善した。対象壁長 ≤ 1.820 [m]，外部無開口壁全て考慮+内壁考慮で、「7. 壁要素における直交壁による付加性能(耐力)に関する検証実験」の「(4) 実験結果」において平均的な L 型試験体/I 型試験体の耐力比(耐力割増倍率)である「 $\times 2.00$ 」とすると、構造評点は 6.0 [%] 改善する。但し、構造評点の改善率は設定条件により異なる。

対象壁長は長い方が構造評点の改善率は大きくなったが、その差は対象壁長の比ほど大きなものではなかった。

壁組合せ(直交壁の効果を考慮する範囲)は考慮する組合せが多いほど、構造評点の改善率は大きくなった。すなわち、

「隅角部耐力壁のみ考慮」 \ll 「隅角部無開口壁全て考慮」 \ll 「外部無開口壁全て考慮」という関係となった。但し、「隅角部耐力壁のみ考慮」と「隅角部無開口壁全て考慮」の差は少なく、壁倍率の割増率が小さいとその差は殆ど見られない。また、内壁を考慮した場合の方が構造評点の改善率は大きいですが、これも壁倍率の割増率が小さいとその差は僅かである。

壁倍率の割増率については、割増率が大きいほど当然ながら構造評点の改善率は高くなった。しかし、壁倍率の割増率が小さい「 $\times 1.25$ 」と「 $\times 1.50$ 」では構造評点の改善率は逆転する(壁倍率の割増率が高い「 $\times 1.50$ 」の方が構造評点の改善率が低い)場合が存在する。これは、「6. 北海道の既存木造住宅を対象とした耐震診断資料を用いた住宅形状と診断手法の分析」でも見受けられた「耐力要素の配置等による低減係数」の不連続性に起因する構造評点の変動や、一部壁に対する壁倍率の割増率により偏心が生じたことが原因と思われる(図 8-1 に示した個々の建物における構造評点でも、壁倍率の割増率により構造評点が低下する現象が見受けられる)。

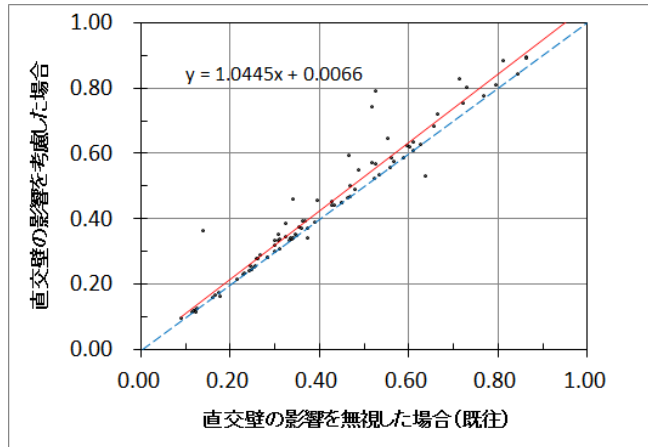


図 8-1 直交壁の付加性能の考慮有無による
構造評点の比較例
(対象壁長 ≤ 0.910 [m]，外部無開口壁全て考慮，
内壁考慮，耐力割増倍率 $\times 2.00$)

表 8-1 直交壁による構造評点改善率の比較 (対象壁長 ≤ 0.910 [m]とした場合)

直交壁の効果を考慮する範囲		直交壁の付加耐力 (耐力割増倍率) による構造評点の改善率 [%]							
		$\times 1.25$	$\times 1.50$	$\times 1.75$	$\times 2.00$	$\times 2.25$	$\times 2.50$	$\times 2.75$	$\times 3.00$
隅角部耐力壁のみ考慮	内壁考慮	1.2	2.0	2.5	3.1	3.5	4.6	5.3	5.8
	内壁無視	0.9	0.9	1.5	1.7	1.7	2.1	2.9	3.2
隅角部無開口壁全て考慮	内壁考慮	1.2	2.0	2.5	3.1	3.7	4.8	5.5	6.1
	内壁無視	0.9	0.8	1.5	1.6	1.8	2.2	3.0	3.4
外部無開口壁全て考慮	内壁考慮	1.5	2.5	3.2	4.4	5.4	6.6	7.6	8.5
	内壁無視	1.1	1.0	1.8	2.2	2.5	3.0	3.9	4.8

表 8-2 直交壁による構造評点改善率の比較 (対象壁長 ≤ 1.820 [m]とした場合)

直交壁の効果を考慮する範囲		直交壁の付加耐力 (耐力割増倍率) による構造評点の改善率 [%]							
		$\times 1.25$	$\times 1.50$	$\times 1.75$	$\times 2.00$	$\times 2.25$	$\times 2.50$	$\times 2.75$	$\times 3.00$
隅角部耐力壁のみ考慮	内壁考慮	1.4	2.1	3.3	4.1	5.0	6.1	6.8	7.3
	内壁無視	1.1	1.1	1.6	2.4	2.9	3.2	3.5	4.4
隅角部無開口壁全て考慮	内壁考慮	1.4	2.1	3.3	4.2	5.2	6.4	7.1	7.6
	内壁無視	1.1	1.1	1.6	2.3	3.0	3.3	3.7	4.5
外部無開口壁全て考慮	内壁考慮	1.7	2.9	4.6	6.0	7.1	8.6	9.7	10.7
	内壁無視	1.1	1.3	2.1	3.2	4.2	4.7	5.2	6.0

9. 基礎・地中梁を対象とした耐震性の検討と分析

北海道の木造住宅は、気候特性である積雪寒冷に対応した住宅様式となっており、比較的耐震性が高いと言われている。それらは概要および前節までに記したように、瓦屋根で積雪が少ない本州の木造住宅と比較して、軽量の鋼板屋根の仕様と積雪荷重を考慮している設定荷重上および壁仕様などによる優位性だけで無いと考えられている。

本節では、積雪への配慮による地盤面からの床高さおよび地盤の凍結深度を考慮することにより、基礎構造部分に特徴があることから、上部架構の耐震性に及ぼす影響について検討する。

本項は平成28年度と平成29年度に研究を実施している。平成28年度では基礎部分の影響による傾向を把握することを目的とした解析を実施した。平成29年度ではその傾向が普遍的であるか建設地の特性を考慮した検証を実施した。

(1) 基礎部分を対象とした上部架構応答性状の傾向把握

平成28年度は基礎部分の影響傾向を把握することを目的として、以下の仮定2点に着目して上部構造の耐震性への影響について検討する。

- ・基礎梁せいが大きいことにより基礎梁剛性と耐力が高くなることから、耐力壁脚部の支持が得られ引き抜き抵抗などが大きくなることから耐震性が向上すると考えられる
- ・凍結深度が大きく基礎梁の根入れが深くなることから、入力地震動が作用したときには根入れ抵抗が比較的大きく、地盤逸散の効果により上部構造の応答性状が小さくなると考えられる

基礎梁せいが大きいことは、上部架構を支持する基礎梁部分の剛性および耐力が相対的に高くなることであり、耐力壁脚部の押し込み抵抗が大きくなることは容易に想像できる。耐力壁の引き抜きは壁脚部の取り付け方により大きく性状が異なることになり、昭和56年以前の木造住宅ではアンカーボルトの使用などバラツキが大きい。そこで上記2点の仮定から、壁脚部押し込み時における基礎梁の剛性および地盤への根入れによる減衰効果などから耐震性の向上が期待できることから、上部構造の耐震性能に影響が及ぶと考えられる作成した基本モデルによる地震応答解析を行い、その応答性状による傾向を把握し耐震性との関係について検討する。

1) 検討の方法

建築物に作用する地震動による地震応答を解析するには、計算が可能なモデルに置き換えて計算を行う。本研究課題では図9-1(a)に示すイメージの2階建ての木造住宅を計算対象とする。2階建ての木造住宅を基礎および基礎梁部分からモデル化すると図9-1(b)のイメージで示される。本研究課題におけるモデル化では耐力壁脚部の基礎梁剛性と根入れによる効果を考慮すると前記のとおり図9-1(b)だが、使用する計算プログラムの特性上このモデルを忠実に再現することには非常に困難を伴う。特に基礎梁剛性の考慮は基礎梁を支持する地盤の鉛直方向バネによる影響を受けることになりモデル化が難しい。今年度は地震動が作用した応答性状の傾向把握を目的としており一般的にモデル化される図9-1(c)に示すモデルをフレーム別に解析するプログラムによるものとする。なお、地盤による影響は水平方向のみのスウェイ効果を考慮するものとし、ロッキングの効果については考慮しない。

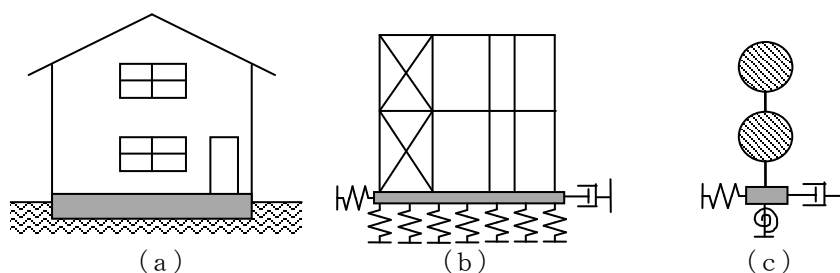


図 9-1 解析モデルのイメージ

2) 2階建て木造住宅のモデル化

本研究課題は北海道における既存木造住宅の耐震性に係る課題に取り組むものである。そこで対象となる木造住宅をある基本形状に置き換えて地震時の応答性状についてその傾向を把握する。

モデルとして設定する木造住宅は新耐震設計による以前の昭和 50 年代前半の木造住宅の傾向を考慮したものとする。既往の研究によると、昭和 50 年代前半の木造住宅における耐力壁の仕様は、“2つ割り筋かい” または “3つ割り筋かい” が全体の過半以上を占めている。(図 9-2)

昭和 40 年代までは貫筋かいが約三分の一を占めているが、耐震基準が引き上げられたことなどからそれ以降はほとんど使用されていない。

外装仕様は昭和 50 年代前半までは圧倒的にモルタル塗り仕上げとなっている。(図 9-3)

この時期より外装にはサイディングの使用が急速に進展しているが、モデルの選定においてはモルタル塗り外装として計算を行う。なお、木造住宅において外装荷重は耐震設計上の影響が大きい。特に、湿式のモルタル塗り壁仕様の場合には支配的は荷重となる。図 9-4 に示すとおり昭和 50 年代の外装モルタル厚さはワイヤラス入りのモルタル塗り仕様が多く 20~25mm の塗り厚さである。

既往の調査研究の成果と一般的な住宅建築の仕様を勘案し、本研究課題におけるモデル仕様を以下の設定とした。

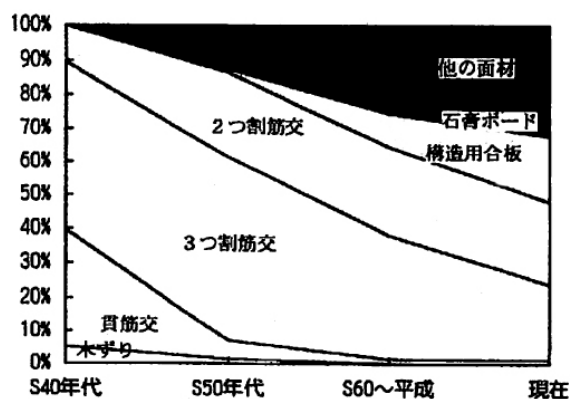


図 9-2 耐力壁の仕様

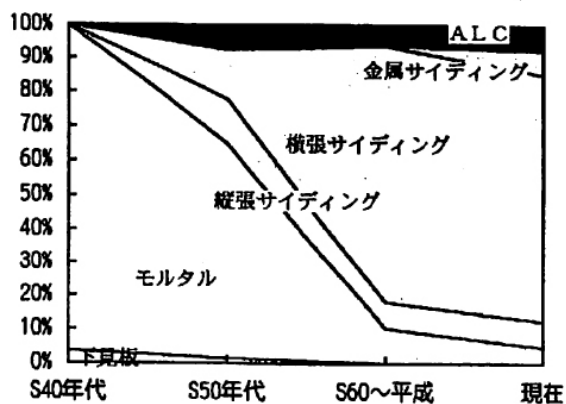


図 9-3 外装仕様

・仕上げ仕様と荷重設定

(屋根)

薄板金属板	200 N/m ²
下地材・母屋	50 N/m ²
桁梁、横架材	100 N/m ²
天井	150 N/m ²

(居室床) ※1階床は無天井

畳、フローリング	200 N/m ²
床板、根太	150 N/m ²
桁梁、横架材	100 N/m ²
天井	150 N/m ²

(外壁)

モルタル壁 (25mm)	650 N/m ²
軸組	100 N/m ²
内装壁	150 N/m ²

(内壁)

内装壁、軸組	400 N/m ²
--------	----------------------

※内装壁仕上げは化粧せっこうボードとする

・構造用材料

基礎、基礎梁コンクリート : Fc21N/mm²
 木質材料 : エゾマツを想定 (E=10kN/mm², G=3.0kN/mm²)

・雪荷重と地域係数

北海道条例に基づき長期荷重として扱う地域とし地域係数 Z=1.0 を想定する。
 最深垂直積雪量 130cm、単位積雪荷重 30 (N/m²)/cm

・架構モデルの設定

既往の調査研究から昭和50年代前半の木造住宅では耐力壁の仕様として2つ割または3つ割筋かいが使用されたモルタル 25mm 塗り壁が標準的と判断される。この仕様は建築基準法施行令第46条表1に規定された壁倍率1.5の壁である。この壁仕様を用いてモデルの設定を行う。

木造住宅の場合は非耐力要素の影響も大きい基礎および基礎梁と基礎根入れによる耐震性への影響を検討するために上部架構は整形単純化したモデルとした。建築基準法施行令第46条に規定された壁量計算において1階の壁量がやや不足する状態を想定した耐力壁配置とし、ねじれなどの影響が生じないように均等に配置した。なお、本検討ではX方向とY方向で壁量および壁配置に相違を持たせたが、比較対象はX方向一方向のみとする。

柱間の基本スパンは1.8mとし、居室空間を考慮して内部の柱は設けない。階高さは2.7mとし柱木材の定尺を考慮した高さを設定した。(図9-5、9-6)

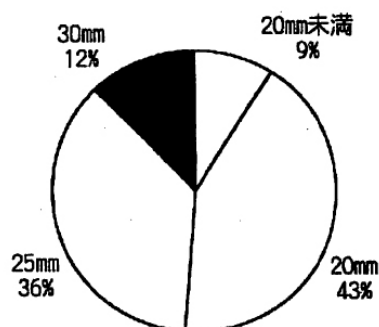


図9-4 昭和50年代の外装モルタル厚

※図9-2~4は既往の調査研究、北海道立寒地住宅都市研究所、(社)北海道住宅建築協会：北海道における木造住宅の耐震性に関する研究(中間報告), 1997年3月による

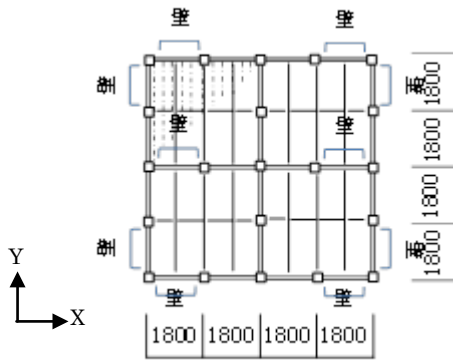


図 9-5 モデルの屋根・床架構プラン

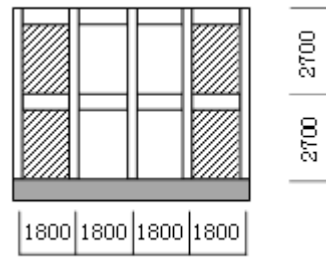


図 9-6 モデルの軸組・壁配置

表 9-1 建築基準法施行令第 46 条表 2 による必要壁量

建築物	階の床面積に乗ずる数値(単位 cm/m ²)					
	階数が1の建築物	階数が2の建築物の1階	階数が2の建築物の2階	階数が3の建築物の1階	階数が3の建築物の2階	階数が3の建築物の3階
第43条第1項の表の(1)又は(3)に掲げる建築物	15	33	21	50	39	24
第43条第1項の表の(2)に掲げる建築物	11	29	15	46	34	18

この表における階数の算定については、地階の部分の階数は、算入しないものとする。

(必要壁量の計算) ※X方向

床面積=7.2m×7.2m=51.84 m²

壁量=180cm×6面×1.5(壁倍率)=1620cm

2階建ての2階壁量: 21cm/m²×51.84=1088.64cm < 1620cm

2階建ての1階壁量: 33cm/m²×51.84=1710.72cm > 1620cm(不足)

基礎および基礎梁部は地盤面から1階床面までの高さを450mmで統一し、以下に示すように条件を変えて比較検討を行う。木造住宅の基礎は地盤への根入れが150mm程度と浅い場合もあるため、モデル1においては根入れによる効果は考慮しない。モデル2およびモデル3では、旭川市における凍結深度を想定して900mmの根入れを設定する。このことにより基礎梁せいは1350mmとなる。

なお、モデル2とモデル3では根入れの効果について比較検討するため、水平方向地盤バネの効果を変えて解析する。何れの場合にも基礎梁剛性および耐力による影響については、上部架構の地震応答性状には考慮しない。

モデル1: 基礎・基礎梁断面(150mm×900mm)

モデル2: 基礎・基礎梁断面(150mm×1350mm) 900mm根入れ考慮

モデル3: 基礎・基礎梁断面(150mm×1350mm) 450mm根入れ考慮

・木造軸組住宅の復元力特性

地震応答解析を行うには多くの情報が必要となる。入力される地震波の性状や建物を支持する地盤および上部架構の特性など多くの情報が必要となる。本研究課題では地盤の性状とその性状による地震波によ

る影響は考慮せず、根入れによる水平方向バネの考慮による比較を行うことにより傾向を把握することを主とした。

地震応答解析に重要な要素として架構の復元力特性がある。荷重と変形および徐荷時の関係を現したものが復元力特性であるが、木造軸組の建築物においては材料や接合法の関係から非常に複雑であり研究事例から得た提案が多い。本研究課題ではそれらをあまり複雑化せず、追跡精度や適用範囲を明確化した五十田らが提案した壁倍率耐力と変形関係の指標を用いたBi-linear と Slip モデルを組み合わせたモデルとした。

木質構造の復元力特性モデルでは次の特徴が考慮されている。

- ・繰り返し時にスリップ挙動を呈した後、経験最大荷重の直前で急激に荷重が上昇するピンチング挙動を再現できること
- ・最大荷重以降の劣化挙動を考慮できること
- ・変位ゼロ点付近に特定点をもつこと

これらをほぼ模擬できるモデルとしてBi-linear と Slip モデルを組み合わせたモデルが提案されており、壁倍率指標を用いることから使用しやすい。ただし、五十田らの文献によるとこの提案によるパラメータを使用した応答解析結果において、ほぼ十分な精度であったものの、壁仕様がサイディングを用いたものでは精度がやや悪いとされていること、層間変形角は 1/24rad. までの載荷実験によるものであることから適用範囲は 1/20~1/15rad. 程度以下とされている。本研究課題では架構モデルの剛性が低く層間変形角が大きくなることが想定されており適用範囲について懸念はあるが、モルタル塗筋かい仕様を対象としていることから問題はないと判断した。

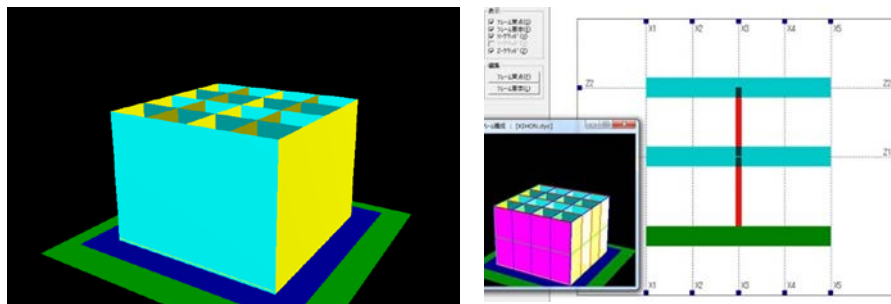


図 9-7 地震応答解析用モデル

(壁倍率指標を用いた復元力特性のパラメータ)

前記の五十田らの提案によるパラメータを山崎の資料に準じて以下に壁倍率指標を用いた復元力特性のパラメータを定義付けする。

降伏荷重 P_y

$$P_y = N \times 1.96 \quad (\text{kN}) \quad (N \text{ は壁倍率})$$

Bi-linear と Slip モデルの第 2 降伏点荷重 p_2 は P_y に一致するものとし、第 1 降伏点荷重 p_1 との関係は次ぎによる。

$$p_2 = P_y \quad , \quad p_1 / P_y = 1/5$$

第 1 折れ点における Bi-linear 成分の割合および第 2 剛性の第 1 剛性に対する割合は次式による。

$$P_{b,1} / p_1 = 2/3 \quad , \quad k_{b,2} / k_{b,1} = 1/20$$

第 2 折れ点の変形 d_2 を次式とし、得られる関係式を以下に示す。

$$d_2 = (1/120)h$$

$$k_{b,1} = 190.5(P_y/h) \quad , \quad d_1 = 7.0 \times 10^{-4}h \quad , \quad k_{b,2} = 9.53(P_y/h) \quad , \quad k_{s,1} = 95.3(P_y/h)$$

山崎の資料による提案パラメータを表 9-2 纏める

表 9-2 Bi-linear+Slip モデルの提案パラメータ

Bi-linear	第1剛性	$kb,1=190.5(Py/h)$	$Py=N \times 1.96(kN)$
	第1折れ点荷重	$pb,1=0.13Py$	
	第2剛性	$kb,2=9.53(Py/h)$	$(kb,2=0.05kb,1)$
Slip	第1剛性	$ks,1=95.3(Py/h)$	
	第1折れ点荷重	$ps,1=0.79Py$	
	第2剛性	$ks,2=22.5(Py/h)$	$(ks,2=0.24ks,1)$
	第2折れ点荷重	$ps,2=1.35Py$	
	第3剛性	$ks,3=-31.1(Py/h)$	$(ks,3=-0.33ks,1)$

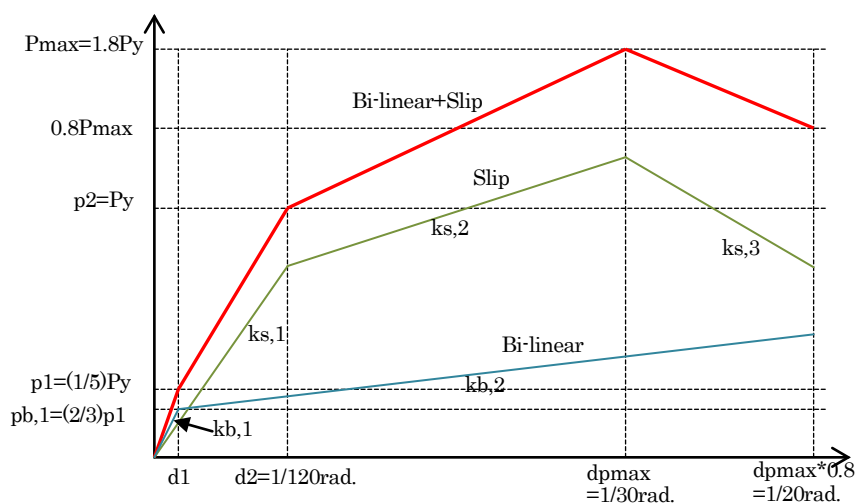


図 9-8 復元力特性モデルのパラメータ

表 9-3 検討モデルの提案パラメータ

フレーム壁長さ L (m)	階高 Hi (cm)	壁倍率 α N	降伏耐力 Qy (kN)	復元力特性モデル	初期剛性 k1 (kN/cm)	第一折点荷重 Q1 (kN)	剛性低下率 1 k2/k1	第二折点荷重 Q2 (kN)	剛性低下率 2 k3/k1
3.6	270	1.5	10.58	Bi-linear	7.46	1.38	0.05	—	—
				Slip	3.73	8.36	0.24	14.28	-0.33

本研究課題における解析モデルのパラメータを表 9-3 に示す。地震応答解析には、解析用プログラムとしてユニオンシステム(株)SuperDynamicPROを使用する。SuperDynamicPROはフレーム単位の復元力特性を設定することが出来ることから、表 9-3 に示すパラメータはフレーム単位の復元力特性である。

地盤の水平方向バネは地盤は弾性範囲で扱うこととし、地震動による非線形特性は考慮しない。初期剛性として水平地盤反力係数相当のバネを設定し、線形で剛性を扱う。なお、地盤の減衰定数は初期せん断

剛性時と考慮して2%とする。

解析モデルが支持されると想定している地盤は、木造住宅を支持する地盤としては、地盤改良などが不必要な比較的良好的なN値30の地盤とし、水平バネを設定した。

3) 入力地震波

地震応答解析では建物に作用させる地震動波形によりその応答性状は大きく異なる。地震動波形は地下深い地震基盤で発生した地震動が地表面に向けて上昇する過程において地盤性状や構成に大きく影響を受ける。解析に使用する地震動波形は観測波が使用されることが多いが、それらは観測地点での地盤性状が反映されたものである。従って、建物の建設地の地盤特性などを考慮した地震動波形が望ましいが、本研究課題では木造住宅における基礎・基礎梁および根入れに関する地震応答性状の傾向把握を目的としているため、(一財)日本建築センターによる模擬波(基盤波)を主な対象として検討を行う。一般的に許容応力度時相当とされるBCJ-L1、保有水平耐力時相当とされるBCJ-L2を採用するが、その他の地震動波形として極めて破壊的な観測波であるJMA神戸NS、地震応答解析において特徴のある周期成分をもつ既存観測3波のEl Centro NS、Taft EW、Hachinohe NSを用いた。前記のとおり地盤による特性は考慮せず、解析には原波を用いている。

なお、各地震波は(一財)日本建築センター、(一社)建築性能基準推進協会、気象庁よりHP等で公開されている記録を使用した。

表 9-4 地震動の諸元

日本建築センター模擬波(基盤波) BCJ-L1	最大加速度=207.33cm/s/s
日本建築センター模擬波(基盤波) BCJ-L2	最大加速度 355.66cm/s/s)
神戸海洋気象台(JMA) NS (1995)	最大加速度=818.0 cm/s/s
El Centro NS (1940)	最大加速度=341.7cm/s/s
Taft EW (1952)	最大加速度=175.9cm/s/s
Hachinohe NS (1968)	最大加速度=229.6cm/s/s

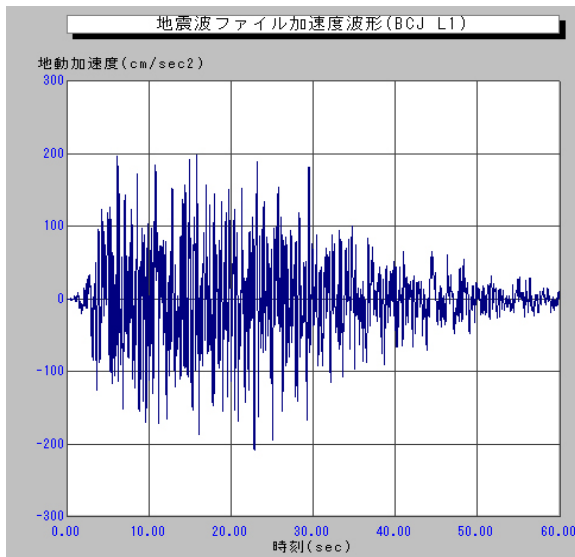


図 9-9 解析地震動 (BCJ-L1)

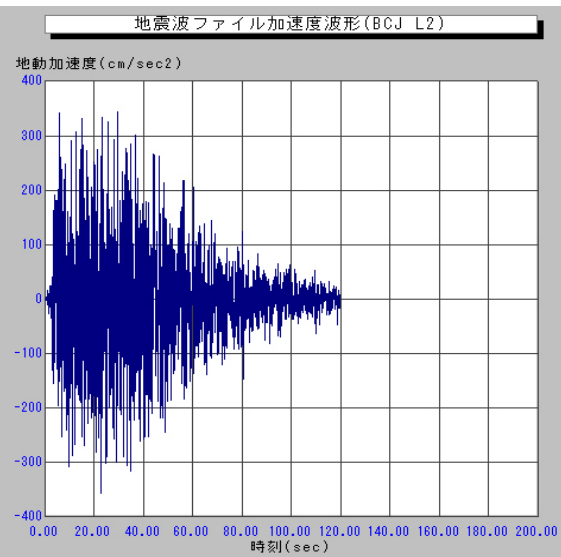


図 9-10 解析地震動 (BCJ-L2)

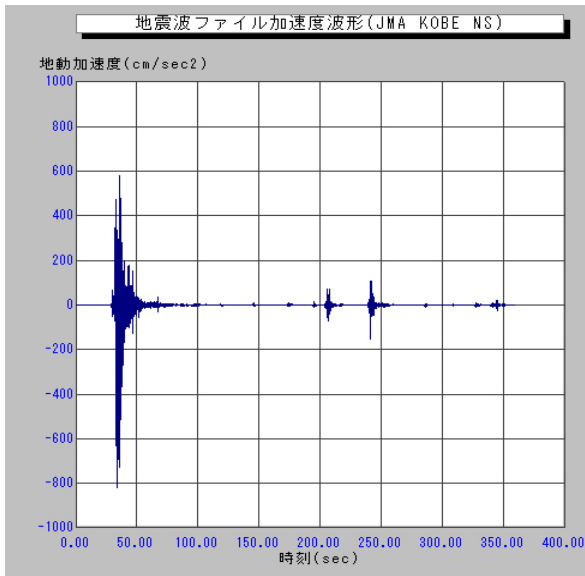


図 9-11 解析地震動 (JMA神戸)

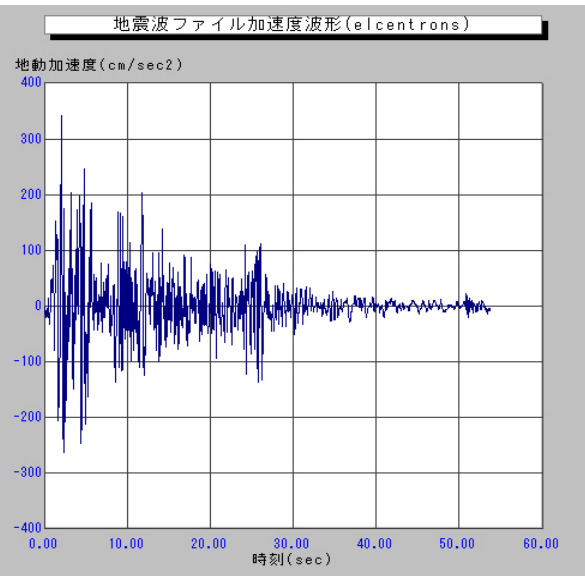


図 9-12 解析地震動 (El Centro)

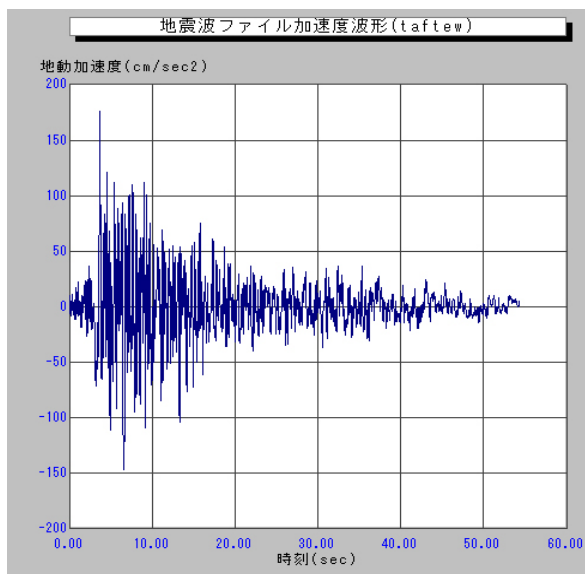


図 9-13 解析地震動 (Taft)

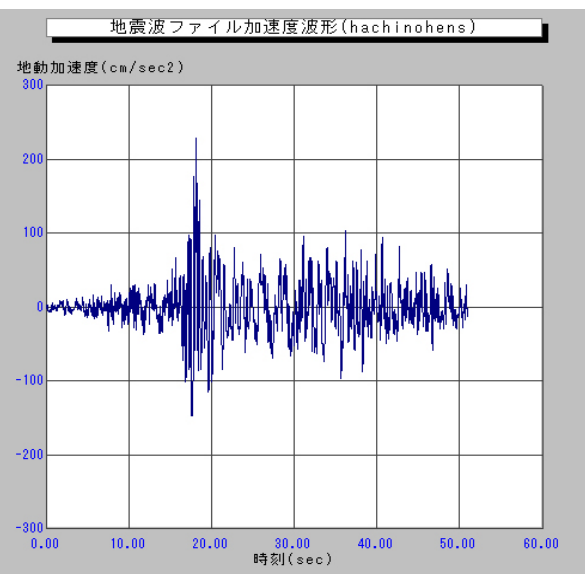


図 9-14 解析地震動 (Hachinohe)

4) 解析の結果

地震応答解析の結果について、日本建築センターによる模擬波（基盤波）を対象として比較検討を行う。比較検討に際してモデルの特性を再掲する。

モデル1：基礎・基礎梁断面（150mm×900mm）

モデル2：基礎・基礎梁断面（150mm×1350mm）900mm 根入れ考慮

モデル3：基礎・基礎梁断面（150mm×1350mm）450mm 根入れ考慮

重心位置での絶対最大応変位置と絶対最大応答加速度により比較（モデル1とモデル2，3）すると、最大応変位置量は根入れを考慮すると2～3%低減される傾向にある。また根入れ量の差による比較（モデル2とモデル3）においても若干であるが根入れ深さが深い方において変位置量が低減される傾向が見られる。また、絶対応答加速においては20%以上の最大加速度低減効果の傾向が見られる場合もある。地震応答解析では、入力した地震動波形の特性によりその応答性状は異なる。従って、これらの低減傾向は全ての地震動において見られるものではないが、検討に値する。

表 9-5 重心位置における絶対最大応変位置量

地震波形	層	モデル1		モデル2		モデル3	
		cm	sec.	cm	sec.	cm	sec.
BCJ-L1	2層	6.30	13.61	6.13	7.10	6.17	7.10
	1層	4.04	13.60	3.93	7.08	3.95	7.08
BCJ-L2	2層	16.71	15.26	14.48	47.56	14.54	47.56
	1層	9.59	17.17	8.96	7.08	9.05	7.08

表 9-6 重心位置における絶対最大応答加速度

地震波形	層	モデル1		モデル2		モデル3	
		cm/sec. ²	sec.	cm/sec. ²	sec.	cm/sec. ²	sec.
BCJ-L1	2層	251.12	7.48	198.38	11.15	199.31	11.15
	1層	185.68	14.23	157.50	6.32	157.44	6.33
BCJ-L2	2層	710.04	15.25	437.21	47.54	439.73	47.54
	1層	393.02	17.14	318.74	25.82	335.96	25.82

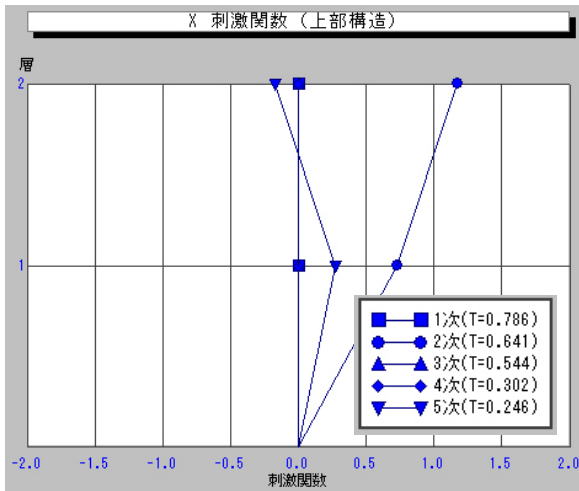


図 9-15 モデル 1 (刺激関数)

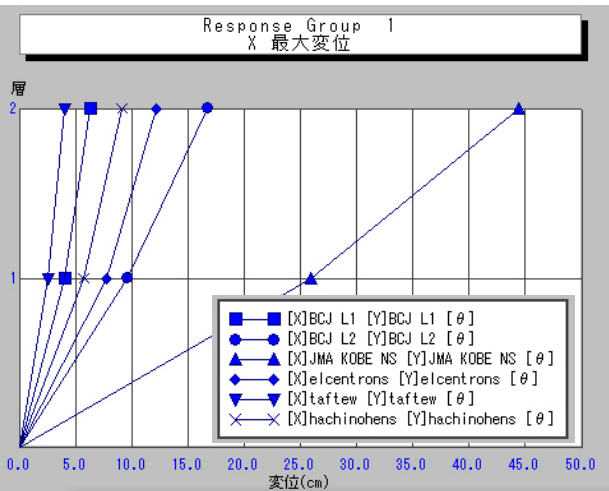


図 9-16 モデル 1 (最大変位)

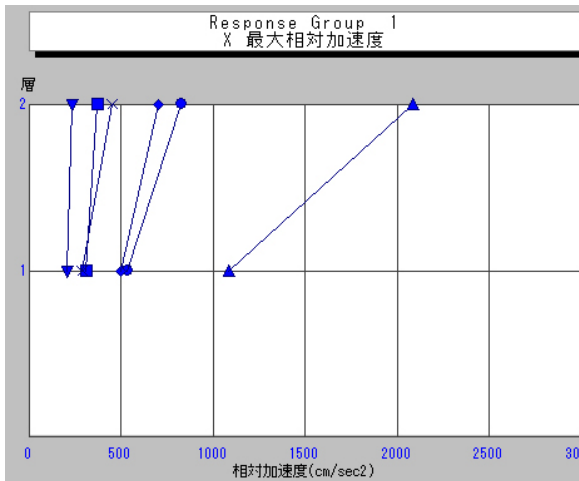


図 9-17 モデル 1 (相対加速度)

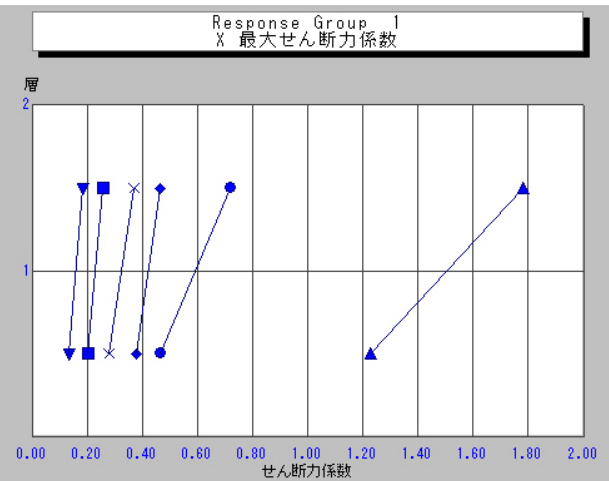


図 9-18 モデル 1 (せん断力係数)

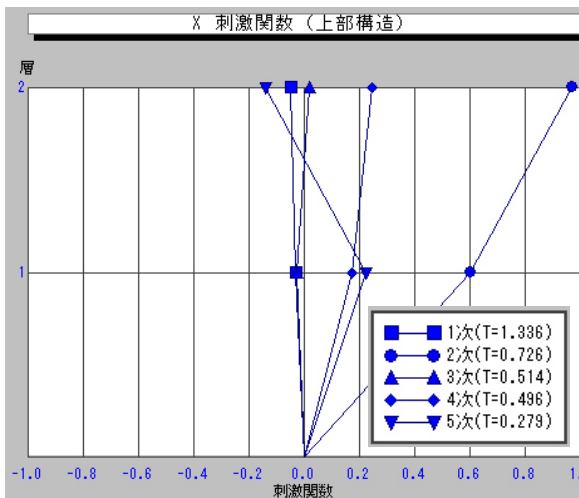


図 9-19 モデル 2 (刺激関数)

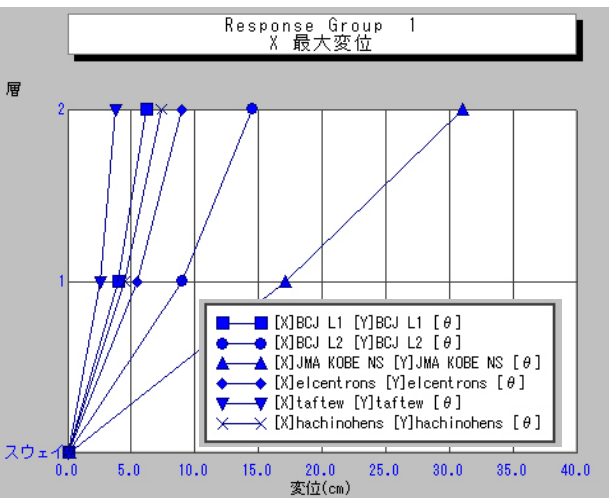


図 9-20 モデル 2 (最大変位)

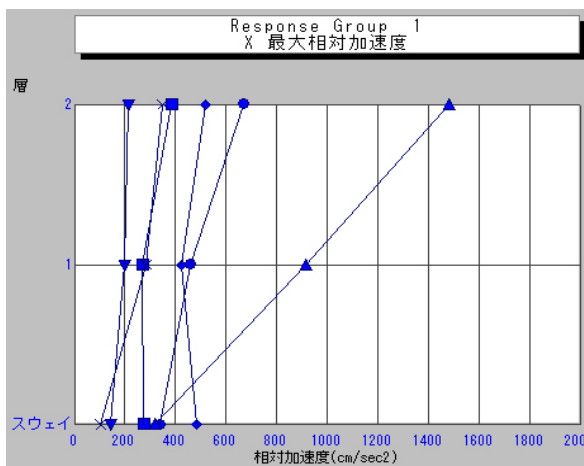


図 9-21 モデル 2 (相対加速度)

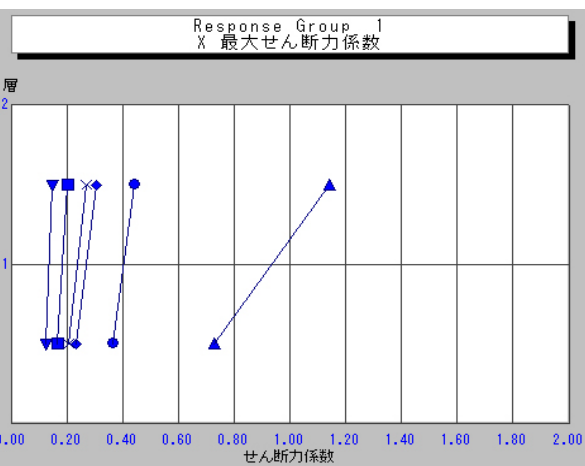


図 9-22 モデル 2 (せん断力係数)

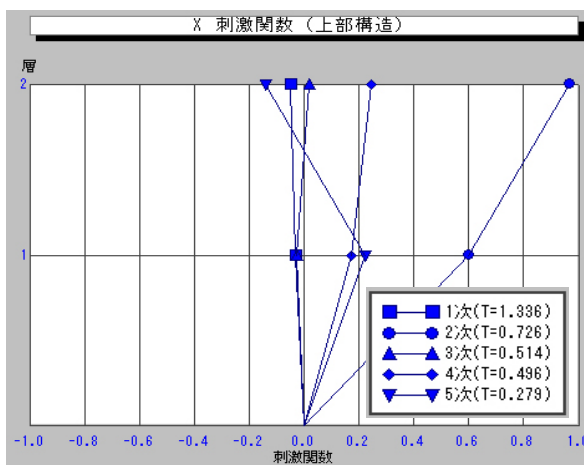


図 9-23 モデル 3 (刺激関数)

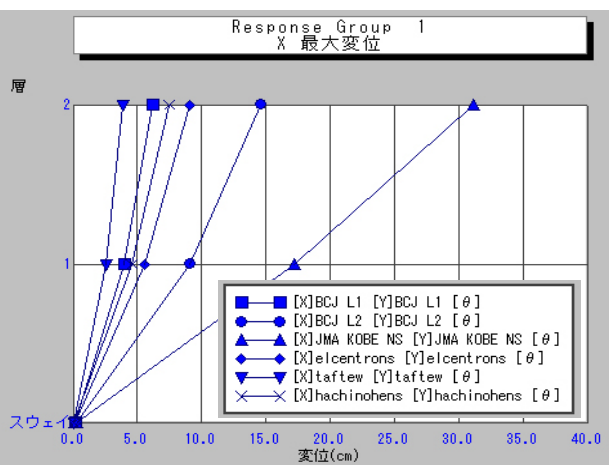


図 9-24 モデル 3 (最大変位)

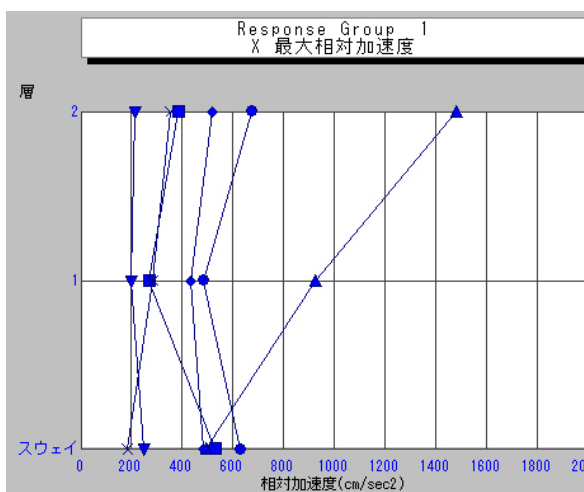


図 9-25 モデル 3 (相対加速度)

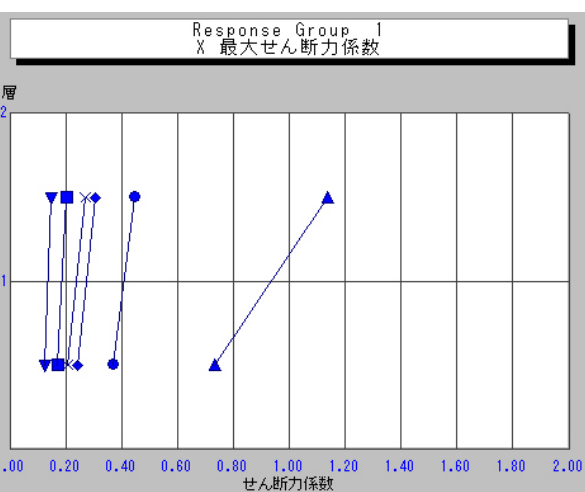


図 9-26 モデル 3 (せん断力係数)

5) 基礎および基礎根入れに係る傾向把握において生じた研究の課題

本研究課題においては、木造住宅の基礎・基礎梁の剛性および耐力と根入れによる効果に着目して検討を行った。基礎・基礎梁剛性および耐力の効果による上部構造体の耐震性への影響については、基礎梁と耐力壁脚部の接合状態や基礎・基礎梁自体の剛性および地盤の鉛直方向バネ特性を解析上および使用プログラムの問題から評価することが出来ず、根入れによる水平方向バネのみの評価とし検討することとした。

(2) 地盤性状を考慮した上部架構応答性状の把握

平成28年度は基礎部分の影響傾向を把握することを目的として、地盤の水平方向ばねの効果による上部構造の応答加速度性状を比較し応答加速度がやや小さくなることを確認した。地震応答解析においては建物の剛性や質量など上部架構の特性によって、その応答性状は異なる。また、入力される地震波の特性によっても応答性状は大きく異なる。入力される地震波は建設地と地震の震源域の関係や建設地自体の特性によって大きくことなる。

平成29年度は建設地の地盤性状に着目し、基礎根入れ効果の応答性状への影響について解析することにより根入れによる応答の減少傾向が普遍的に評価できるか確認した。

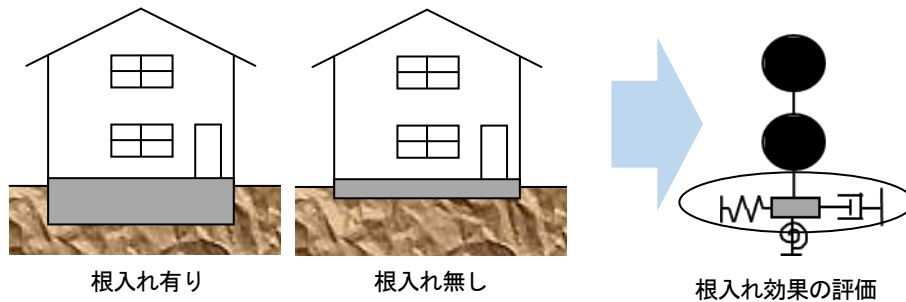


図 9-27 解析モデルのイメージ

1) 解析モデル

解析は前掲した昨年度と同じモデルを基本として設定した。上部構造は昭和50年代前半の木造住宅の傾向を考慮して、1階の壁量がやや不足する筋かい+モルタル壁の架構を基本モデルとしている。上部構造の復元力特性は前掲した五十田らによる壁倍率耐力と変形関係の指標を用いたBi-linearとSlipモデルを組み合わせたモデルとした。地盤への基礎根入れの効果は、基礎部分に重量と弾性スウェイバネのみを配置して考慮した。

なお、平成28年度は多質点系疑似立体振動モデルによる解析を実施したが、直交壁要素の相互効果などを取り入れることが出来なかったことから、多質点系振動モデルによる弾塑性地震応答解析とすることとし、ユニオンシステム(株) Dynamic PROを使用した。

地震応答解析では建物の質量により応答性状が異なる。そのことから冬期において屋根に積雪がある場合と夏期に積雪が無い場合によりその性状が異なることが想定されるため、積雪有無によるモデルを作成し解析を行うこととした。また、上部架構の剛性にも応答は影響されるため平成28年度のモデルは1階壁量がやや不足するモデルとしたが、平成29年度では1階の壁量を満たす架構もモデル化し比較するために解析する。

・仕上げ仕様と荷重設定

<p>(屋根)</p> <p>薄板金属板 200N/m²</p> <p>下地材・母屋 50 N/m²</p> <p>桁梁、横架材 100 N/m²</p> <p>天井 150 N/m²</p> <p>(居室床) ※1階床は無天井</p> <p>畳、フローリング 200 N/m²</p> <p>床板、根太 150 N/m²</p> <p>桁梁、横架材 100 N/m²</p> <p>天井 150 N/m²</p>	<p>(外壁)</p> <p>モルタル壁 (25mm) 650 N/m²</p> <p>軸組 100 N/m²</p> <p>内装壁 150 N/m²</p> <p>(内壁)</p> <p>内装壁、軸組 400 N/m²</p> <p>※内装壁仕上げは化粧せっこうボードとする</p>
---	--

・構造用材料

基礎、基礎梁コンクリート：Fc21N/mm²

木質材料：エゾマツを想定 (E=10kN/mm²、G=3.0kN/mm²)

・地震用重量

(積雪なしの場合)

2階 49.1 kN

1階 104.1 kN

基礎部 284.2 kN

(積雪ありの場合)

2階 110.8 kN

1階 104.1 kN

基礎部 284.2 kN

・壁量の計算 ※XY方向とも同じ

床面積=7.2m×7.2m=51.84 m²

(壁量不足モデル) ※平成28年度モデル同等

壁量=180cm×6面×1.5(壁倍率)=1620cm

2階建ての2階壁量：21cm/m²×51.84=1088.64cm < 1620cm

2階建ての1階壁量：33cm/m²×51.84=1710.72cm > 1620cm (不足)

(壁量充足モデル) ※1階のみ

壁量=180cm×8面×1.5(壁倍率)=2160cm

2階建ての2階壁量：21cm/m²×51.84=1088.64cm < 1620cm

2階建ての1階壁量：33cm/m²×51.84=1710.72cm < 2160cm (充足)

充足モデルは1階のみ8面の耐力壁とする。

表 9-7 不足(6面)検討モデルの提案パラメータ

フレーム壁長さ L (m)	階高 Hi (cm)	壁倍率 α N	降伏耐力 Qy (kN)	復元力特性 モデル	初期剛性 k1 (kN/cm)	第一折点 荷重 Q1 (kN)	剛性低下率 1 k2/k1	第二折点 荷重 Q2 (kN)	剛性低下率 2 k3/k1
3.6	270	1.5	31.75	Bi-linear	22.4	4.13	0.05	—	—
				Slip	11.21	25.08	0.24	42.87	-0.33

表 9-8 充足(8面)検討モデルの提案パラメータ

フレーム壁長さ L (m)	階高 Hi (cm)	壁倍率 α N	降伏耐力 Qy (kN)	復元力特性 モデル	初期剛性 k1 (kN/cm)	第一折点 荷重 Q1 (kN)	剛性低下率 1 k2/k1	第二折点 荷重 Q2 (kN)	剛性低下率 2 k3/k1
3.6	270	1.5	42.34	Bi-linear	29.87	5.5	0.05	—	—
				Slip	14.94	33.45	0.24	57.15	-0.33

2) 入力地震波

地震応答解析において解析に使用する入力地震波は解析結果に影響を及ぼす重要な要素である。地震動が及ぼす揺れは地震波として建物に作用することになる。震源と建設位置の関係やそこに至るまでの土質性状により建物に入力される地震波の性状は大きく異なることになる。平成28年度においては観測波を使用していたが、根入れによる効果が普遍的であることを確認するために告示波により建設地の地盤性状を鑑みた入力地震波を作成し解析を行った。住宅が建設される地盤を想定し、基礎支持地盤として比較的良好な地盤であるN値30の砂層と脆弱なN値10の粘性土層を20mの深度とし、工学的基盤からの増幅を考慮した解析用地震波を作成する。

地震波形には JMA 神戸観測波と L2 告示波（JMA 神戸位相、Hachinohe NS 位相、ランダム位相）を用いた。地震波の作成にはユニオンシステム(株)SS21/ShakePRO-Lを使用した。

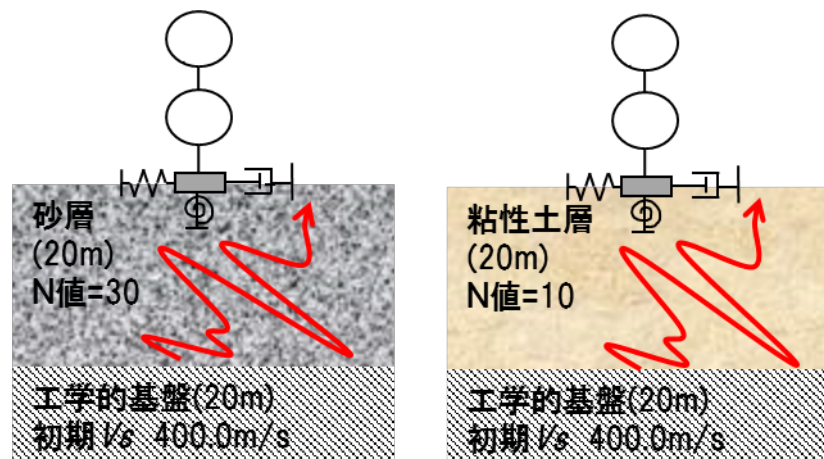


図 9-28 地震波作成モデルのイメージ

(入力地震動作成のための土質諸定数の算定)

- せん断波速度 V_s の算定

せん断波速度 V_s は、N値から求まる太田後藤式を採用する。

$$V_s = 68.79 \times N^{0.171} \times H^{0.199} \times E \times F$$

N : N 値

H : 深度 m

E : 時代区分による係数

沖積層 : 1.000

洪積層 : 1.303

F : 土質区分による係数

粘土 : 1.000

細砂 : 1.086

中砂 : 1.066

粗砂 : 1.135

砂礫 : 1.153

礫 : 1.448

したがって、表層地盤が粘性土 (N=10) および砂質土 (N=30) のせん断波速度は、次の様になる。

N10モデルの場合： $V_s = 185.1 \text{ m/s}$

N30モデルの場合： $V_s = 242.6 \text{ m/s}$

・質量密度 ρ

N10モデルの場合： $\rho = 1.50 \text{ t/m}^3$

N30モデルの場合： $\rho = 1.85 \text{ t/m}^3$

工学的基盤 ($V_s = 400 \text{ m/s}$): $\rho = 2.10 \text{ t/m}^3$

(入力地震動の作成)

入力地震動は、観測波（神戸海洋気象台(JMA) NS 1995）と告示波3波を用いる。告示波の位相は、神戸海洋気象台(JMA) NS 1995、Hachinohe EW 1968、および一様乱数とする。

地震動作成は、ユニオンシステム(株) Shake PROを使用する。

・N10モデルの場合

観測波 神戸海洋気象台(JMA) NS 1995	最大加速度=817.80 cm/s/s
告示波 (位相: JMA KOBE 1995)	最大加速度=595.02 cm/s/s
告示波 (位相: Hachinohe EW 1968)	最大加速度=541.97 cm/s/s
告示波 (位相: 一様乱数)	最大加速度=483.75 cm/s/s

・N30モデルの場合

観測波 神戸海洋気象台(JMA) NS 1995	最大加速度=817.80 cm/s/s
告示波 (位相: JMA KOBE 1995)	最大加速度=468.35 cm/s/s
告示波 (位相: Hachinohe EW 1968)	最大加速度=382.67 cm/s/s
告示波 (位相: 一様乱数)	最大加速度=425.16 cm/s/s

表 9-9 プログラムの概要

プログラム (『SS21/ShakePRO-L』) および計算の概要	
1.	<p>一様均質で平行な地層 (成層地盤) からなる表層とその下方に広がる基盤で構成された地盤モデルに対し、SH 波 (2E) が基盤下方から鉛直に入射する場合の地震応答を、重複反射理論に基づく一次元弾性波動解析で計算する。土の複素せん断剛性 G^* は次式で評価する (G はせん断剛性, h は減衰定数および i は虚数単位を表す)。</p> $G^* = G(1 + 2ih)$
2.	<p>土の動的変形特性 (せん断剛性と減衰定数のせん断歪み依存性) により生じる表層地盤各層の非線形性は等価線形解析法を用いて考慮する。収束計算は、すべての地層で最大せん断歪みの仮定値と応答値が十分一致する (収束判定値 ε を指定) か、または指定最大回数 N に達するまで行う。このとき各地層の等価地盤物性値は、最大せん断歪みに対し、指定された有効係数 α を乗じた有効せん断歪みで評価する。</p> $\varepsilon = 1.000\%$ $N = 100$ $\alpha = 0.650$
3.	<p>土の動的変形特性は、せん断歪み (γ) に対応するせん断剛性比 (G/G_0) と減衰定数 (h) で評価する。$G/G_0 \sim \gamma$ および $h \sim \gamma$ の関係は、それぞれの数値を直接指定するか連続関数として指定する。</p>

表 9-10 共通計算条件

計算の共通条件		
地域係数 Z	1.0	地域係数 Z を入射波の入力倍率に用いる
入射波の入力倍率	1.000	地域係数 Z を入射波の入力倍率に用いたときもさらにこの係数が掛かる

表 9-11 土のせん断歪み依存性 (動的変形特性) 上 : N 1 0 下 : N 3 0

土の歪み依存性		
1	平均 : 粘性土(古山田・宮本モデル)	Hardin-Drnevich モデル
$\gamma_{0.5}$	0.001800	
h_{max}	0.1700	
h_{min}	0.0200	
土の歪み依存性		
1	平均 : 砂質土(古山田・宮本モデル)	Hardin-Drnevich モデル
$\gamma_{0.5}$	0.001000	
h_{max}	0.2100	
h_{min}	0.0200	

γ はせん断歪み, G/G_0 はせん断剛性比, h は減衰定数を表す

Hardin-Drnevich モデルでの $\gamma_{0.5}$ は基準歪み ($G/G_0=0.5$ での γ), h_{max} と h_{min} は減衰定数の最大値と下限値を表す

表 9-13 最大応答値 (N10モデル)

N10(JMA 神戸 NS 位相)					入射最大加速度 $2E_0$: 380.1 (cm/s ²)		
層 No.	深度 (m)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)	相対変位 (cm)	せん断歪み (%)	せん断応力 (kN/m ²)
1	20.000	595.0	77.07	23.756	5.195	0.291	72.1
基盤		279.7	49.06	20.665	0.000		

“相対変位”は基盤上端面変位に対する各層の最大変位を表す

N10(八戸 EW 位相)					入射最大加速度 $2E_0$: 328.8 (cm/s ²)		
層 No.	深度 (m)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)	相対変位 (cm)	せん断歪み (%)	せん断応力 (kN/m ²)
1	20.000	542.0	48.28	19.297	3.895	0.228	64.4
基盤		295.8	29.41	19.117	0.000		

“相対変位”は基盤上端面変位に対する各層の最大変位を表す

N10(乱数位相)					入射最大加速度 $2E_0$: 327.1 (cm/s ²)		
層 No.	深度 (m)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)	相対変位 (cm)	せん断歪み (%)	せん断応力 (kN/m ²)
1	20.000	483.7	60.46	21.127	3.642	0.199	58.5
基盤		293.8	39.23	20.302	0.000		

“相対変位”は基盤上端面変位に対する各層の最大変位を表す

表 9-14 最大応答値 (N30モデル)

N30(JMA 神戸 NS 位相)					入射最大加速度 $2E_0$: 380.1 (cm/s ²)		
層 No.	深度 (m)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)	相対変位 (cm)	せん断歪み (%)	せん断応力 (kN/m ²)
1	20.000	468.4	59.53	22.718	2.596	0.139	78.4
基盤		314.8	47.47	20.779	0.000		

“相対変位”は基盤上端面変位に対する各層の最大変位を表す

N30(八戸 EW 位相)					入射最大加速度 $2E_0$: 328.8 (cm/s ²)		
層 No.	深度 (m)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)	相対変位 (cm)	せん断歪み (%)	せん断応力 (kN/m ²)
1	20.000	382.7	39.77	19.578	1.624	0.087	60.9
基盤		256.8	30.51	18.981	0.000		

“相対変位”は基盤上端面変位に対する各層の最大変位を表す

N30(乱数位相)					入射最大加速度 $2E_0$: 327.1 (cm/s ²)		
層 No.	深度 (m)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)	相対変位 (cm)	せん断歪み (%)	せん断応力 (kN/m ²)
1	20.000	425.2	48.96	20.828	1.631	0.090	60.8
基盤		265.3	40.75	20.381	0.000		

“相対変位”は基盤上端面変位に対する各層の最大変位を表す

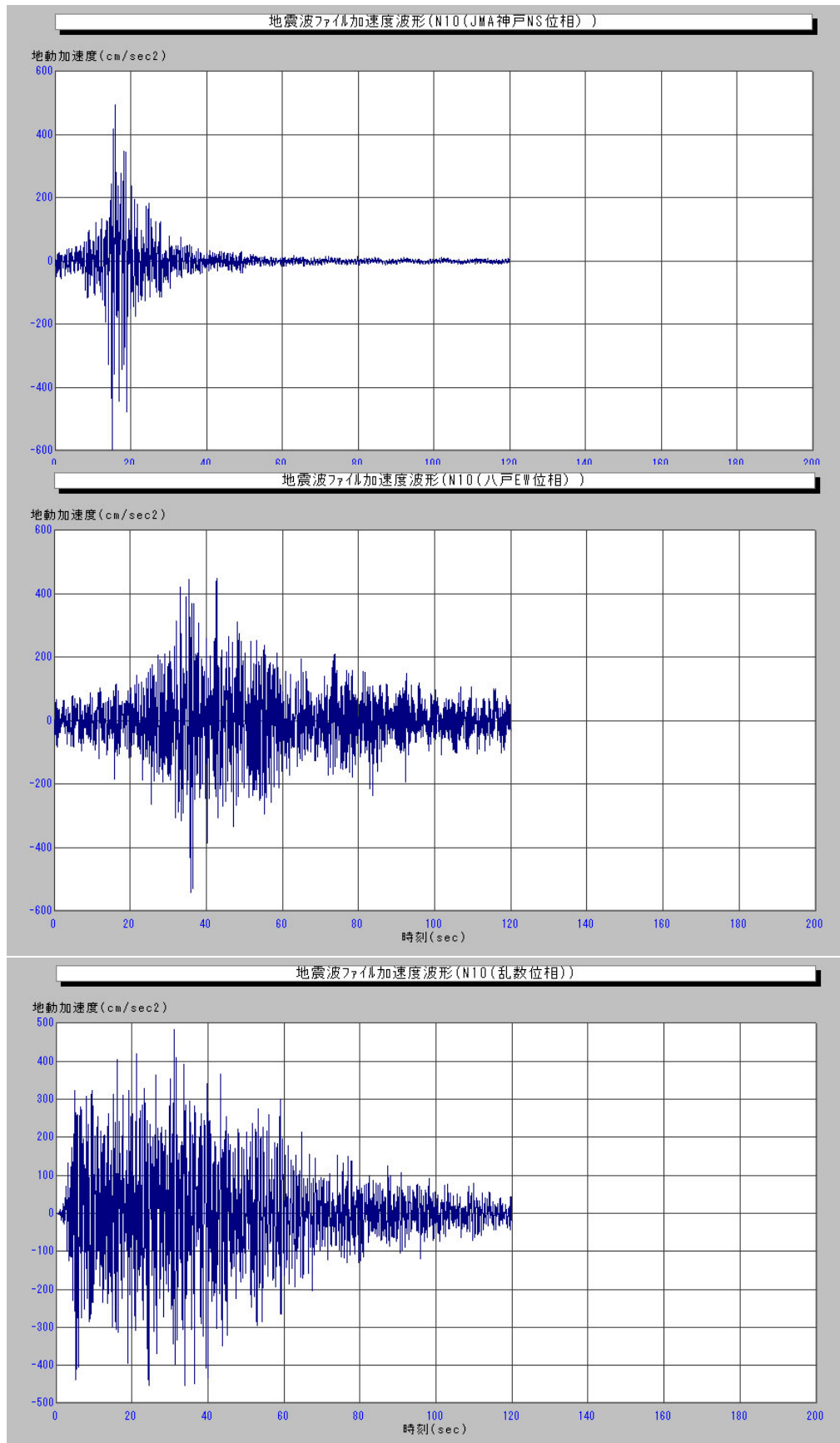


図 9-29 地盤の地震応答解析 (N10モデル)

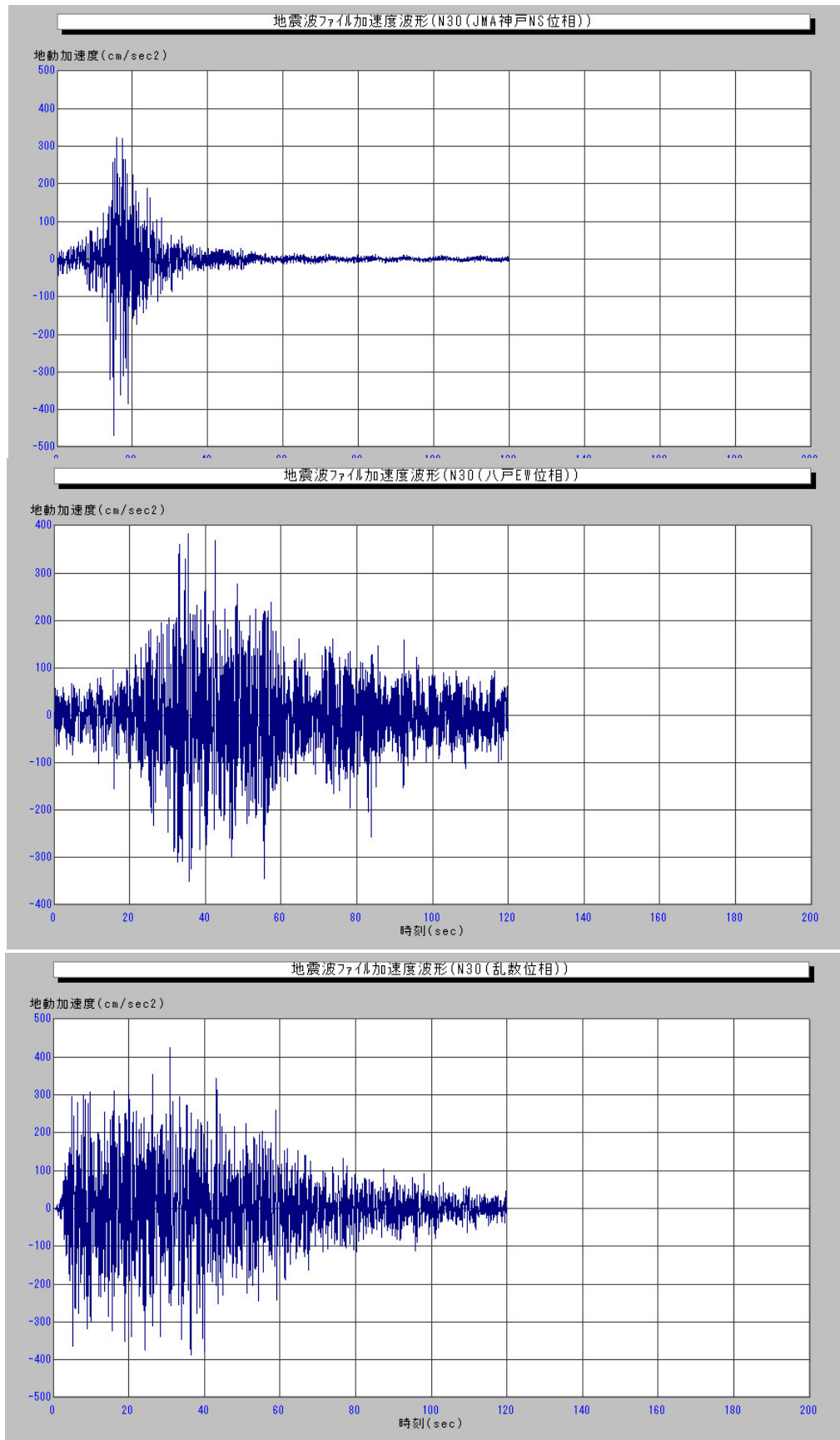


図 9-30 地盤の地震応答解析 (N30モデル)

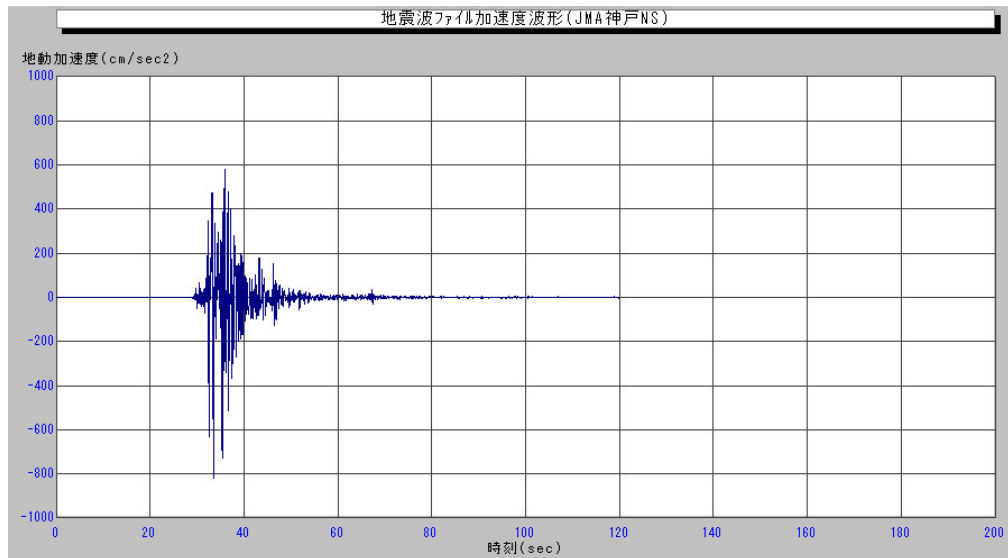


図 9-31 観測波 (JMA神戸)

3) 解析結果

平成 28 年度に実施した解析は応答加速度に着目し加速度の低減傾向を確認した。地震動による建物の損傷度や倒壊は変形量と対比できることから、本年度は応答変位量 (層間変形角) に着目し根入れによる層間変形角の変化について確認した。

基礎根入れによる効果は、地盤への根入れ量に対する水平方向バネ (スウェイ) として評価し、その応答性状である層間変形角を計算した。

根入れ深さは平成 28 年度に実施した解析条件と同じく深度を 900mm とした。

(根入れ部の水平地盤バネの設定)

根入れ部の水平方向バネは地盤を弾性範囲で扱うこととし、建設工事における掘削および埋め戻しの影響を考慮して粘性土 (N=10) を想定する。また、この場合の減衰定数は 5% とする。

・根入れ部の水平地盤バネ ΣKh の算定

$$KH = KHO \cdot (BH / 0.3)^{-3/4} = 4300 \text{ kN/m}^3$$

$$KHO = 1/0.3 \cdot \alpha \cdot EO = 46660 \text{ kN/m}^3$$

$$\alpha = 2 \text{ (地震時)}, \quad Nm = 10 \text{ (粘性土)}, \quad EO = 700 \cdot Nm = 7000 \text{ kN/m}^2$$

$$BH = \sqrt{(AH)} = \sqrt{(7.2\text{m} \times 7.2\text{m})} = 7.2 \text{ m}^2$$

$$\Sigma Kh = 4300 \text{ kN/m}^3 \times 0.9\text{m} \times 7.2\text{m} = 278.64 \text{ kN/cm}$$

・減衰定数 $h = 5\%$ の減衰係数 Cs の算定

$$Cs = (2h / \omega s) \cdot \Sigma Kh = (2 \times 0.05 / 31.0) \times 278.64 = 0.899 \text{ kN} \cdot \text{s/cm}$$

$$\omega s = \sqrt{(\Sigma Kh \cdot g / W1)} = \sqrt{(278.64 \times 980 / 284.2)} = 31.0 / \text{s}$$

(解析モデルの設定条件)

本研究においては、基礎の根入れによる効果を解析的に検証することにある。比較する対象として基礎の根入れによるものとなるが、地震応答解析は前記したとおり建物の質量・剛性・入力地震波に大きく影響される。根入れによる効果が普遍的なものであることを確認するために既存木造住宅を対象としたモデルを以下のように設定した。

解析結果は最大応答層間変形角（変形量）により根入れによる効果を比較する。

表 9-15 解析モデルの名称と条件

モデル名	屋根積雪(100cm)	1階壁量	根入れ効果(900mm)
N10	なし	不足	あり
N10FIX	なし	不足	なし
N10S	あり	不足	あり
N10FIXS	あり	不足	なし
EN10	なし	充足	あり
EN10FIX	なし	充足	なし
EN10S	あり	充足	あり
EN10FIXS	あり	充足	なし
N30	なし	不足	あり
N30FIX	なし	不足	なし
N30S	あり	不足	あり
N30FIXS	あり	不足	なし
EN30	なし	充足	あり
EN30FIX	なし	充足	なし
EN30S	あり	充足	あり
EN30FIXS	あり	充足	なし

表 9-16 粘性土地盤壁量不足モデルの応答変形量比

壁量不足モデル		根入れ効果考慮応答変形量／根入れ効果なし応答変形量			
	階	JMA神戸 観測波	告示波		
			(JMA神戸位相)	(八戸NS位相)	(ランダム位相)
N値10粘性土層地盤 積雪有り	2	1.04	1.04	1.03	0.97
	1	0.99	1.09	1.14	1.01
N値10粘性土層地盤 積雪無し	2	1.05	1.05	1.00	0.97
	1	0.99	0.98	1.05	1.10

表 9-17 粘性土地盤壁量充足モデルの応答変形量比

壁量充足モデル		根入れ効果考慮応答変形量／根入れ効果なし応答変形量			
	階	JMA神戸 観測波	告示波		
			(JMA神戸位相)	(八戸NS位相)	(ランダム位相)
N値10粘性土層地盤 積雪有り	2	1.17	1.03	1.00	1.00
	1	1.01	1.32	1.07	1.00
N値10粘性土層地盤 積雪無し	2	0.99	1.02	1.06	1.07
	1	0.98	1.05	1.03	1.18

表 9-18 砂層地盤壁量不足モデルの応答変形量比

壁量不足モデル		根入れ効果考慮応答変形量／根入れ効果なし応答変形量			
	階	JMA神戸 観測波	告示波		
			(JMA神戸位相)	(八戸NS位相)	(ランダム位相)
N値30砂層地盤 積雪有り	2	1.04	1.03	0.99	1.03
	1	0.99	1.15	1.26	1.11
N値30砂層地盤 積雪無し	2	1.05	1.02	0.97	0.90
	1	0.99	0.96	1.20	1.16

表 9-19 砂層地盤壁量充足モデルの応答変形量比

壁量充足モデル		根入れ効果考慮応答変形量／根入れ効果なし応答変形量			
	階	JMA神戸 観測波	告示波		
			(JMA神戸位相)	(八戸NS位相)	(ランダム位相)
N値30砂層地盤 積雪有り	2	1.17	1.04	1.07	1.05
	1	1.01	1.21	1.13	1.11
N値30砂層地盤 積雪無し	2	0.99	1.06	1.00	1.08
	1	0.98	0.96	1.06	1.21

解析結果の最大応答変形量について根入れ効果を考慮しない応答変形量に対する根入れ効果を考慮した応答変形量の比率を表 9-17～19 に示し表層地盤と基礎根入れの影響を確認した。

1 階の層間変形量は JMA 神戸観測波および L 2 告示波 3 波では倒壊相当の変位量が生じる結果となった。このことから根入れによる効果は 1 階の層間変形量の比較によるものとする。

基礎根入れによる効果を考慮すると最大で 4 % 変位量が低減する場合もあるが、地盤および地震波によっては変位量が增大する場合も確認された。観測波である JMA 神戸では概ね低減の傾向が見られるものの壁量を減じたり接合金物の合理化したり減ずることが可能なほどの結果はえられていない。特に告示波による解析では応答層間変形量が增大する傾向にある。ランダム位相に関しては 20 % 程度の応答層間変形量の増加が計算された。告示波は過去に発生した地震における特性の多くを考慮したものであり、極稀に起きる地震として設計が危険側にならないように作成されたものであるとともにランダム位相は数値的に生じさせており極めて厳しい地震波となっている。

これらの結果から、観測波による根入れによる効果は見られるものの、建設地の地盤特性や地震動によっては普遍的に効果が得られるとは言い難い。上部構造の耐震性の確保がまず重要である。

10. まとめ（研究総括）

北海道の木造住宅は、気候特性である積雪寒冷への対応が潜在的な耐震性能を産み、比較的耐震性能が高いと言われてきた。様式や仕様による耐震性の向上効果もあると推測されるが、現在のところそれらの効果は定量的には示されていない。そこで、以下の分析などにより北海道の木造住宅が持つ特徴が反映されていない項目とその影響について把握してきた。

- ・木造住宅の耐震性に関する既往の研究成果や建築基準法令、住宅金融公庫仕様書などを調査・収集して、系統的に再整理することにより評価要素を整理した。
- ・木造住宅の耐震診断法とその問題点や改定内容に係る文献や研究成果を収集して、耐震性の評価方法に関する方向性や課題について把握した。
- ・地震被害報告などを中心に北海道における木造住宅の既往の研究成果や文献を収集して、構造計画と様式・形態に関する特徴について分析した。
- ・北海道R住宅システムによる既存木造住宅の耐震診断および補強設計結果を収集して、整理・分析を行った。
- ・その整理の過程において、北海道の住宅様式および形態などの特徴および耐震診断の結果について評価・分析を行い、その結果から潜在的に耐震性に寄与すると推察される要素として、建物四隅における直交壁および基礎の根入れ深さを抽出した。

これら分析などにより把握された内容をもとに、以下の実験・解析を実施した。

- ・耐震性に寄与する可能性があるにもかかわらず耐震診断において評価されていない要素として抽出された直交壁について、その影響を検討するため耐力に関する要素実験を行った。
- ・積雪と地盤凍結への対処である基礎の根入れが深い特徴に関する影響について、上部構造の地震応答解析を実施して応答特性について傾向を確認した。

検証や実験・解析の結果、以下の項目に耐震性能の向上効果が認められた。

- ・精算法による床面積考慮による各階重量評価
- ・積雪を考慮した柱接合部の低減係数評価
- ・軒の有無あるいはその面積割合による建物重量評価
- ・直交壁による壁耐力評価

11. 今後の研究とその方向性

本研究において実施した検証、実験や解析などから、北海道内の既存木造住宅が持つ特徴が耐震性に与える影響について、要素個々の傾向を把握した。実際の住宅がこれら要素・項目を有する割合や複数の要素・項目に対する評価方法などについては、今後の研究による分析・検証が待たれる。

北海道耐震改修促進計画において住宅・建築物の耐震化計画を推進するにあたっては、最新の評価手法などの知見を反映するとともに、上記効果も加味して現況に即した耐震化率を推計する必要がある。これら評価を反映して北海道内の既存木造住宅に対する耐震性能の特性分布について評価を行うことにより、耐震化率推計における基礎データの提案が期待される。

本研究は、北海学園大学の植松武是教授（当時：北方建築総合研究所 環境研究部建築技術G 主査）に助言を得ました。ここに、感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 「釧路市内のRC建築物・木造建築の耐震性と被害に関する検討」 久野雅祥、鈴木有 1993年釧路沖地震に関する総合シンポジウム 1994年
- 2) 「北海道の木造住宅の耐震性の建築年代による整理」 北川諭、鏡味洋史 日本建築学会北海道支部研究報告集 1998年
- 3) 「図解・日本の住宅がわかる本」住宅金融公庫監修、PHP研究所
- 4) 「北海道における木造住宅の耐震性に関する研究」北海道立寒地住宅都市研究所・(社)北海道建築住宅協会 調査研究報告 1998年
- 5) 「住宅耐久性研究開発」北海道立寒地建築研究所 調査研究報告 1986年
- 6) 「北海道における既存木造住宅の耐震性能の実態把握」 竹内慎一、南慎一、高橋章弘 日本建築学会北海道支部研究報告集 2011年
- 7) 住宅金融公庫建設指導部／住宅金融公庫建設サービス部：「住宅金融公庫住宅 木造住宅工事共通仕様書」、1962～1988年
- 8) 財団法人 日本建築防災協会：「木造住宅の耐震診断と補強方法 一木造住宅の耐震精密診断と補強方法（改訂版）一」、2004年7月
- 9) 財団法人 日本建築防災協会：「木造住宅の耐震診断と補強方法」一般診断法および精密診断法1における多雪区域の耐震診断について、2008年11月
- 10) 一般財団法人 日本建築防災協会／国土交通大臣指定耐震改修支援センター：「2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法」、2012年6月
- 11) 北海道立寒地住宅都市研究所／財団法人 北海道住宅建築協会：「北海道における木造住宅の耐震性に関する研究（中間報告）」、1997年3月
- 12) 木構造建築研究所 田原 賢：HP「わかりやすい木造住宅の構造基礎知識」(<http://www4.kcn.ne.jp/~taharakn/mokuko/index.html>)、2016年10月閲覧
- 13) 財団法人 日本住宅・木材技術センター：「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008年版）」、2008年
- 14) 一般財団法人 日本建築防災協会：「「木造住宅の耐震診断と補強方法」の質問・回答集」、2013年1月
- 15) 五十田博、河合直人：木造軸組構法住宅に用いる壁の復元力特性モデル-木造建築の地震時挙動に関する研究-、日本建築学会構造系論文集第616号、2007年6月
- 16) 山崎久雄、ユニオンシステム(株)：木質構造の耐力壁に用いる復元力特性の設定に関する資料、2008年5月
- 17) 損害保険料率算出機構：地震保険研究26 地盤と建物の相互作用効果が地震時の建物応答に与える影響、2012年9月
- 18) 一般財団法人 建築性能基準推進協会：代表的な観測地震波（加速度データ）の頒布について
- 19) 藤原拓哉、林産試験場：林産試だよりQ&A技術相談から、2006年2月
- 20) 一般財団法人 日本建築構造技術者協会：木造建築構造の設計、2004年8月
- 21) 一般財団法人 日本建築学会：建築耐震設計における保有耐力と変形性能、1981年、1990年
- 22) 山崎久夫、ユニオンシステム(株)Dynamic21 開発チーム：土の単位重量推定に関する資料
- 23) (社)日本道路協会：道路橋示方書（I共通編）・同解説、1990年
- 24) (社)日本道路協会：道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説、1990年
- 25) 土質工学会：土質試験の方法と解説
- 26) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門
- 24) (社)日本道路協会：道路橋示方書（IV下部構造編）・同解説、2012年

【資料編】

7．壁要素における直交壁による付加性能（耐力）に関する検証実験
試験体図面および実験結果

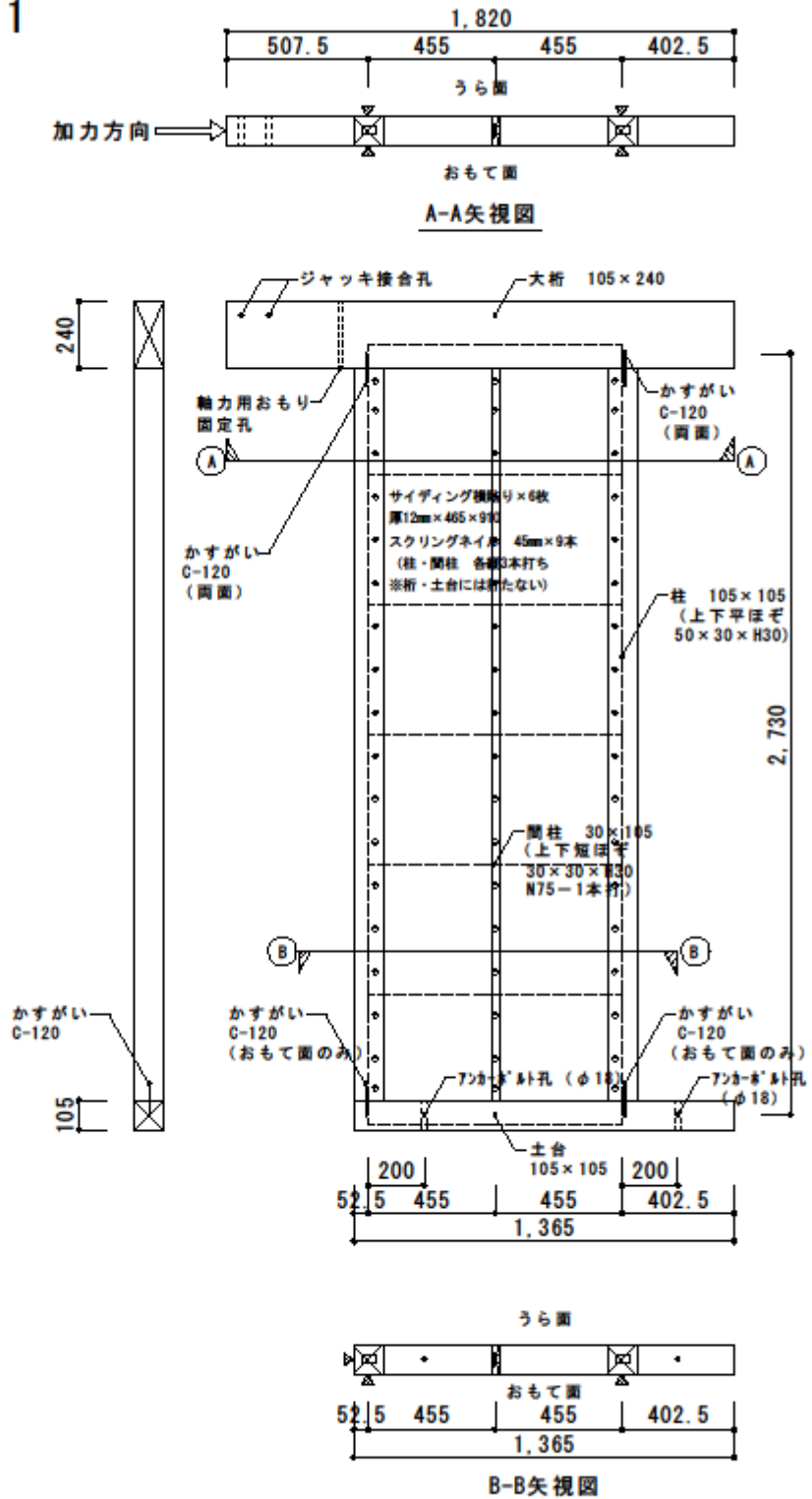
図 1 試験体図	… 資-1
図 2 水平加力点位置における荷重 - 変形関係	… 資-17
図 3 復元力特性に基づく完全弾塑性モデル設定	… 資-25
写真 1 各試験体の主要な破壊性状	… 資-33

9．基礎・地中梁を考慮した耐震性の検討と分析

計算結果出力	… 資-47
--------	--------

図1 試験体図

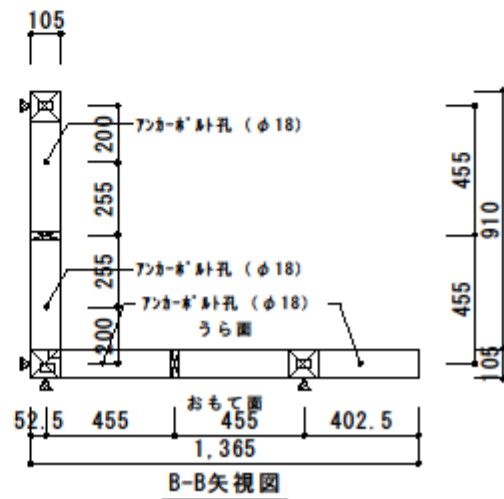
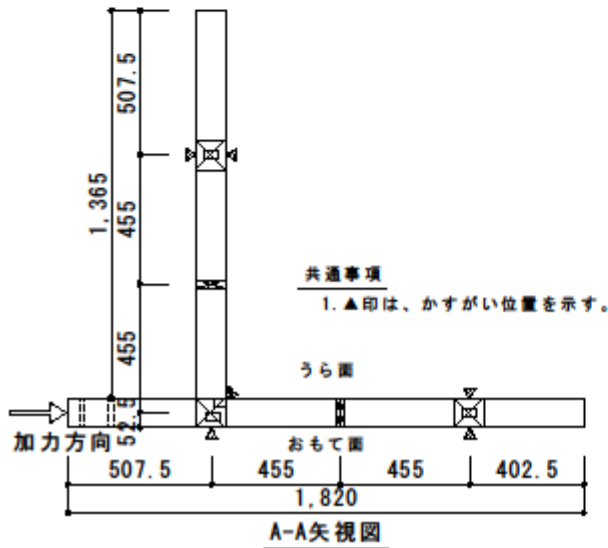
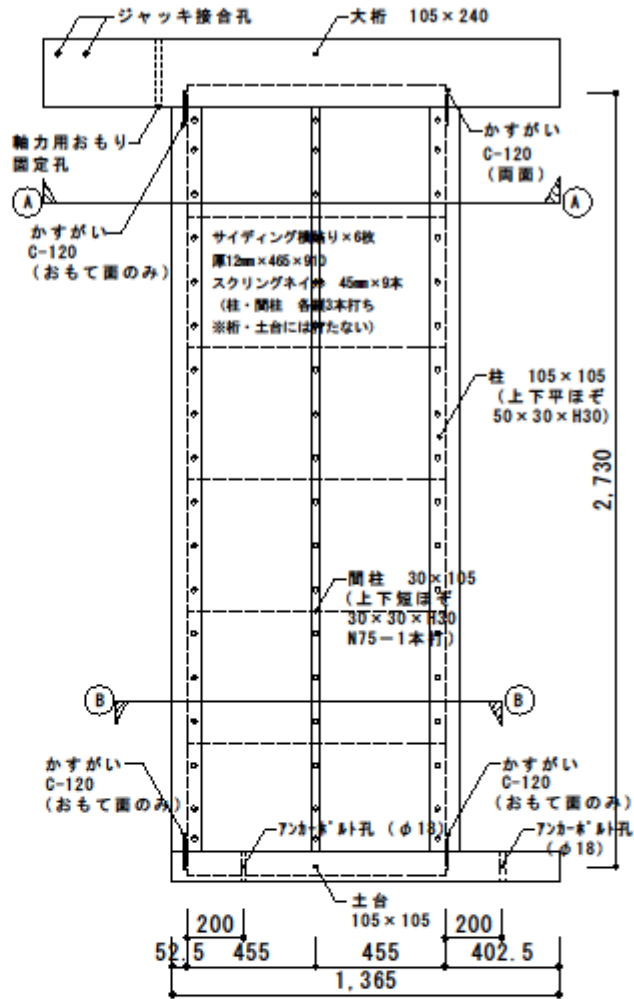
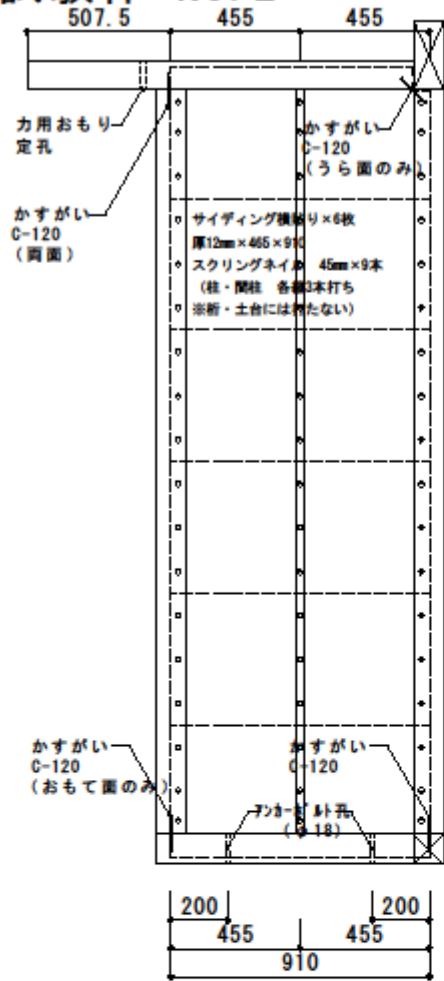
試験体 No. 1



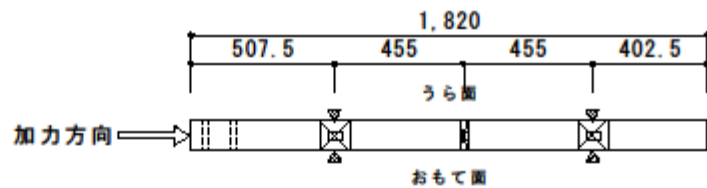
共通事項

- ▲印は、かすがい位置を示す。

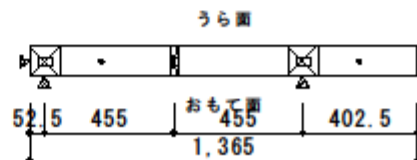
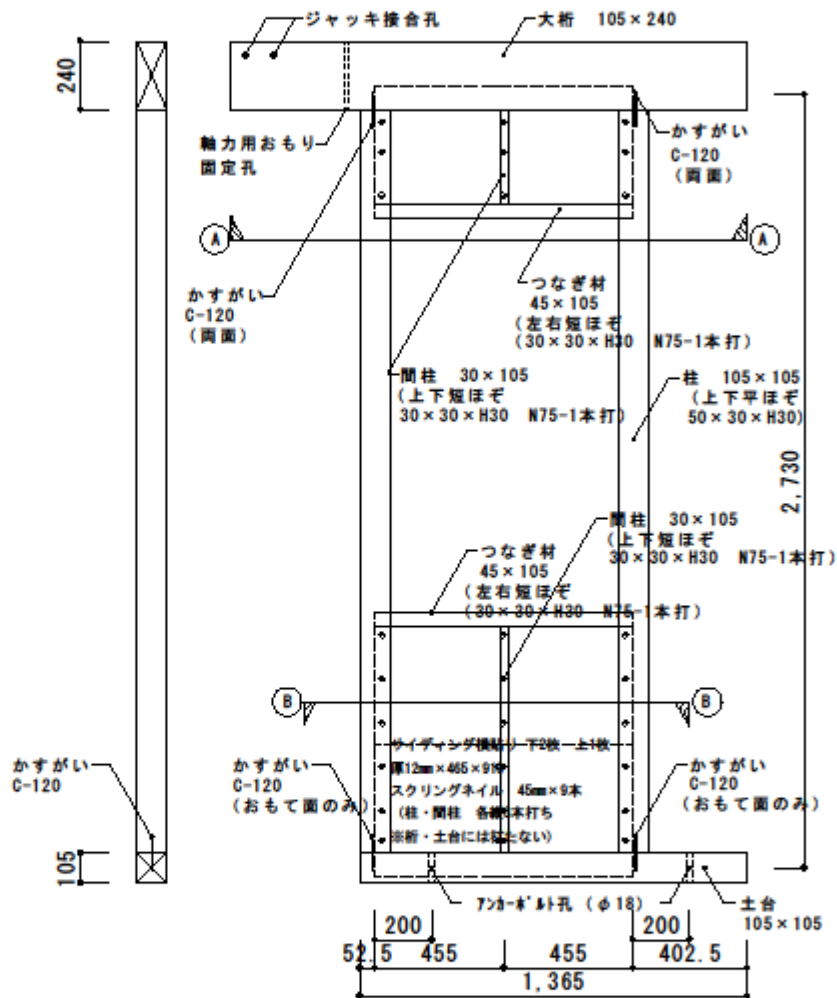
試験体 No. 2



試験体 No. 3



A-A矢視図

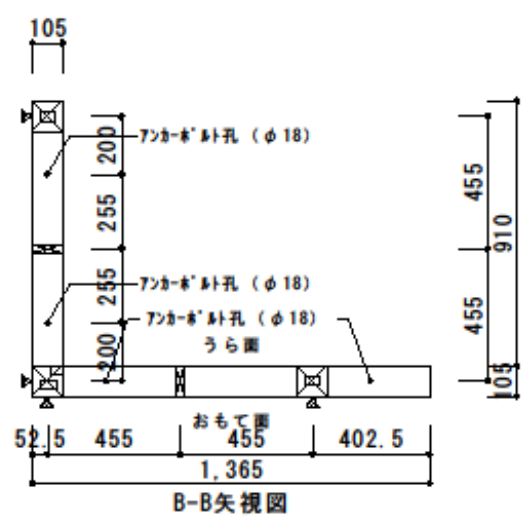
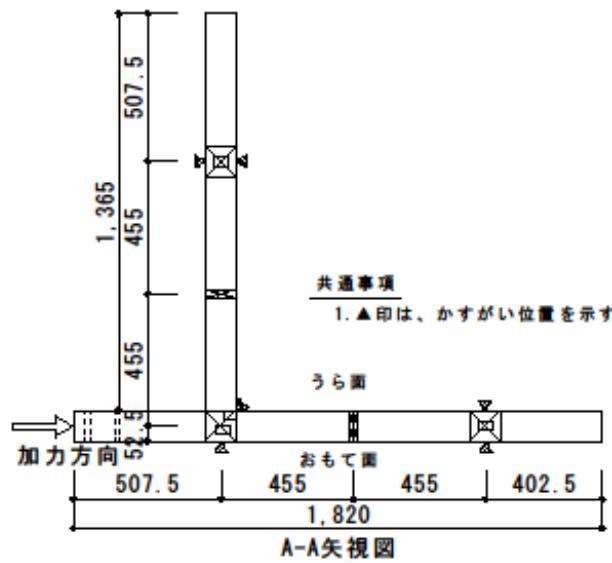
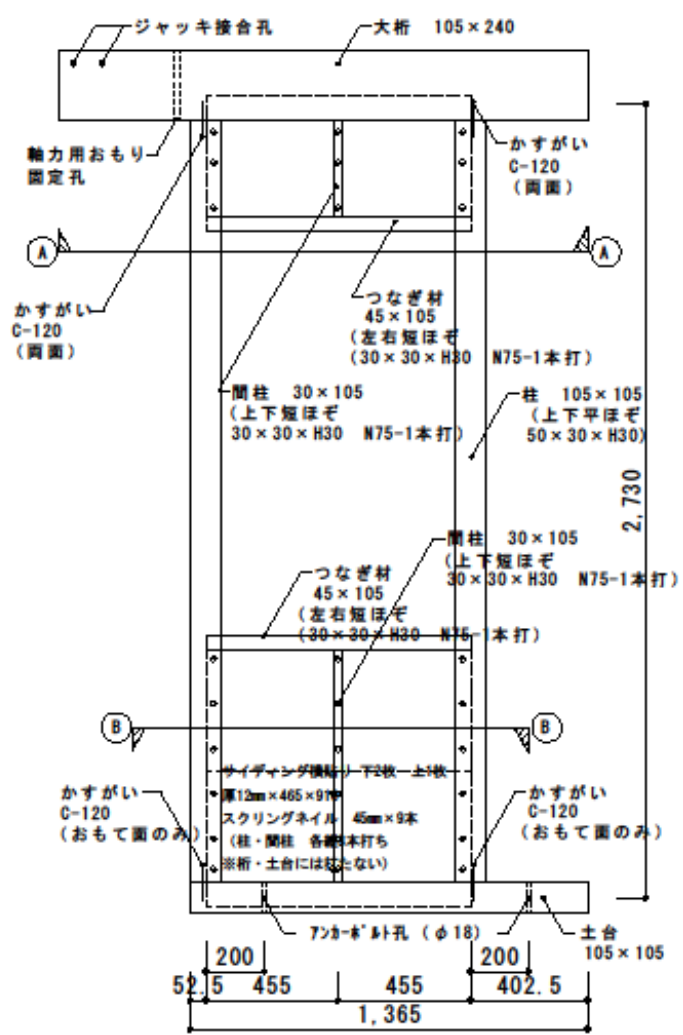
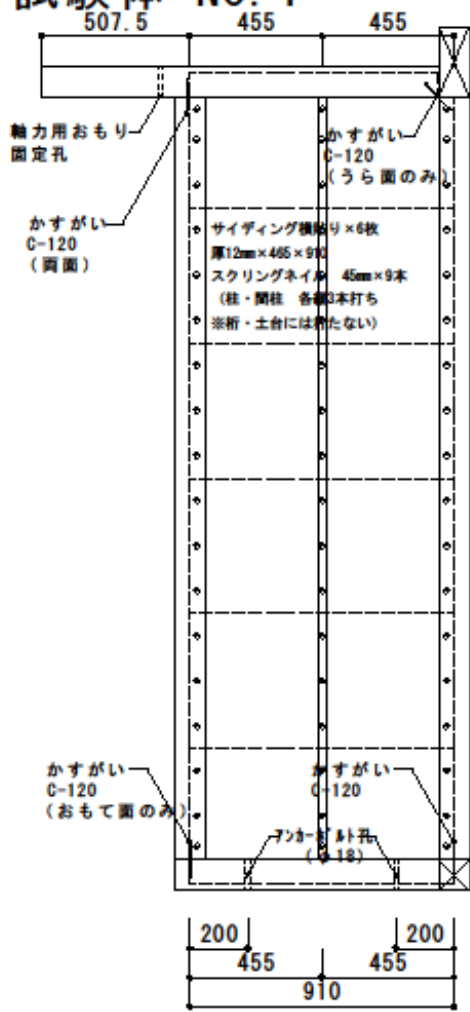


B-B矢視図

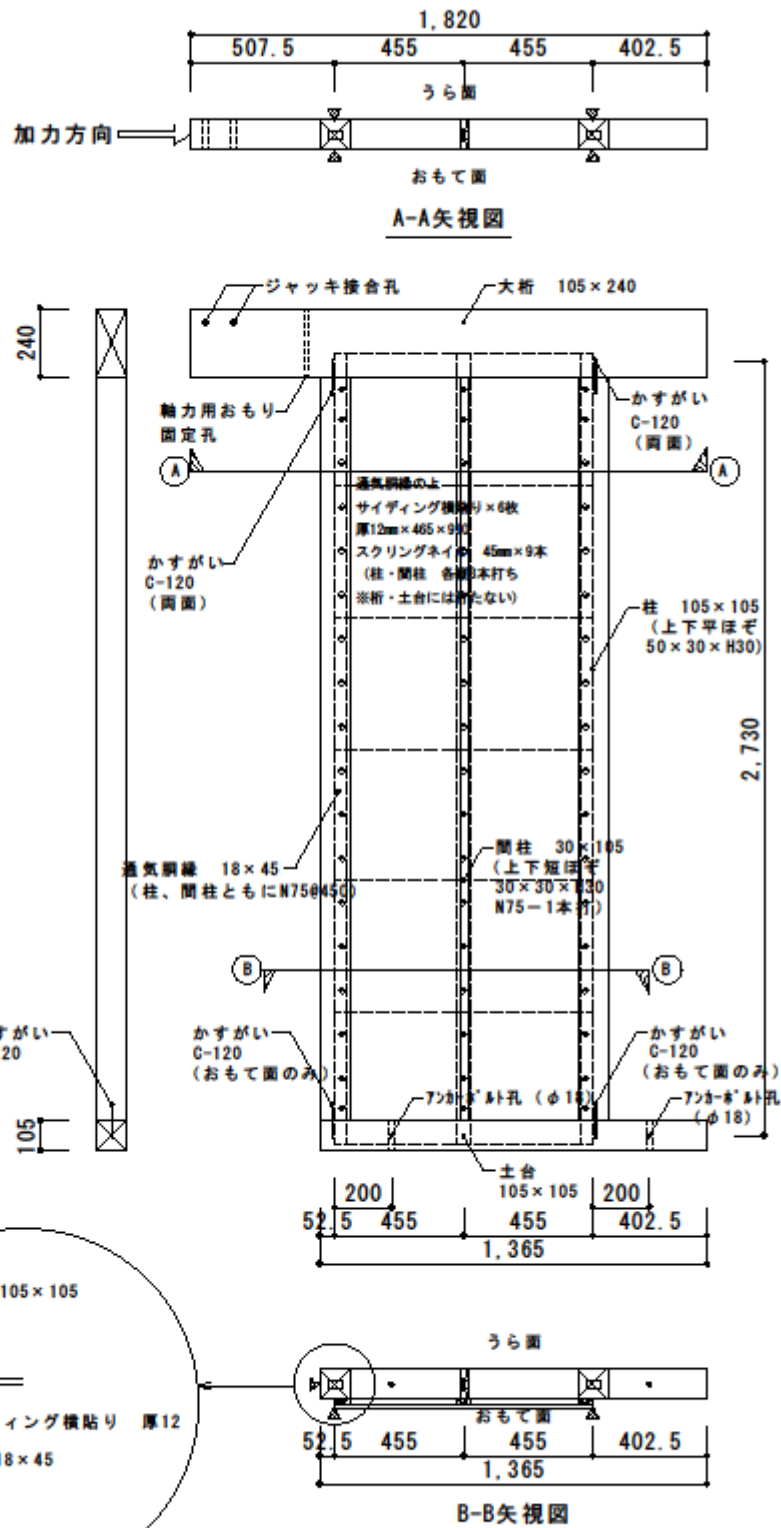
共通事項

- ▲印は、かすがい位置を示す。

試験体 No. 4



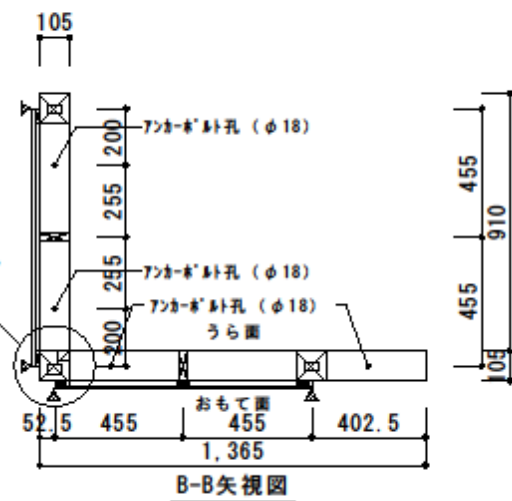
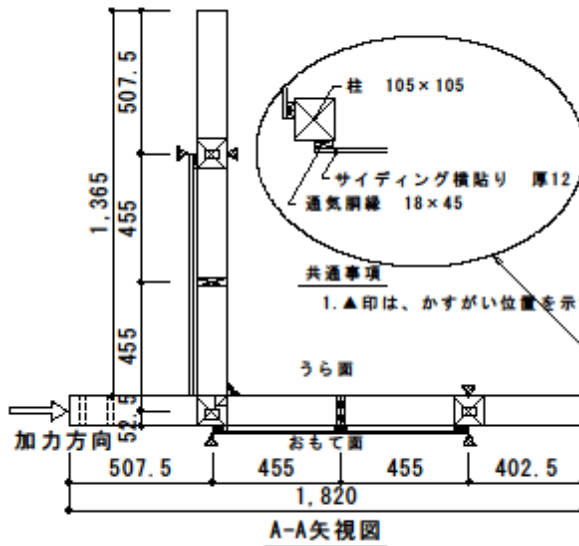
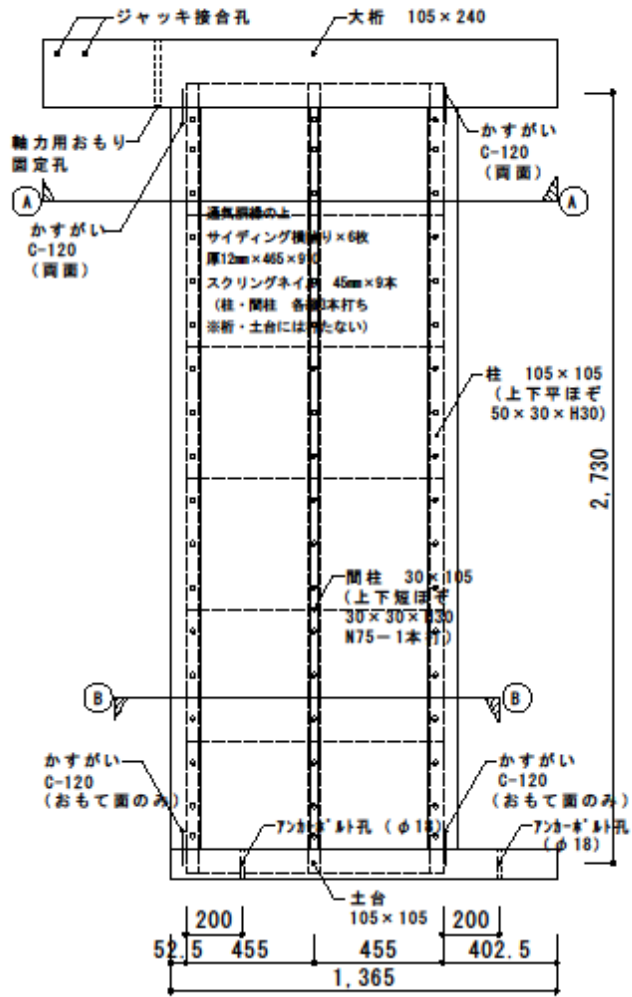
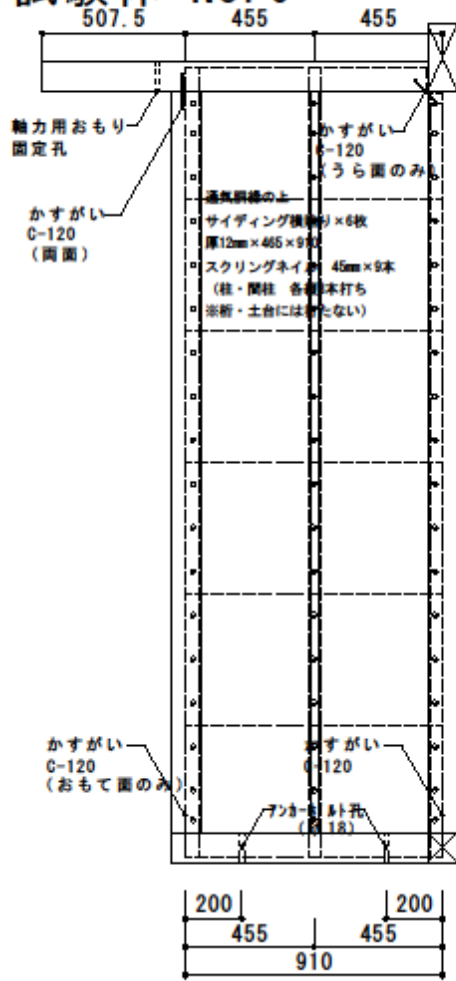
試験体 No. 5



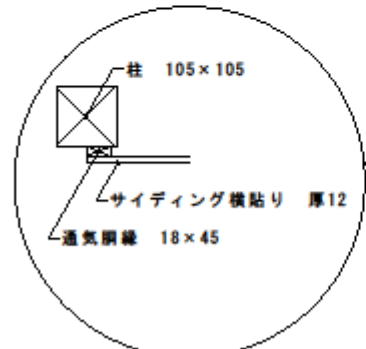
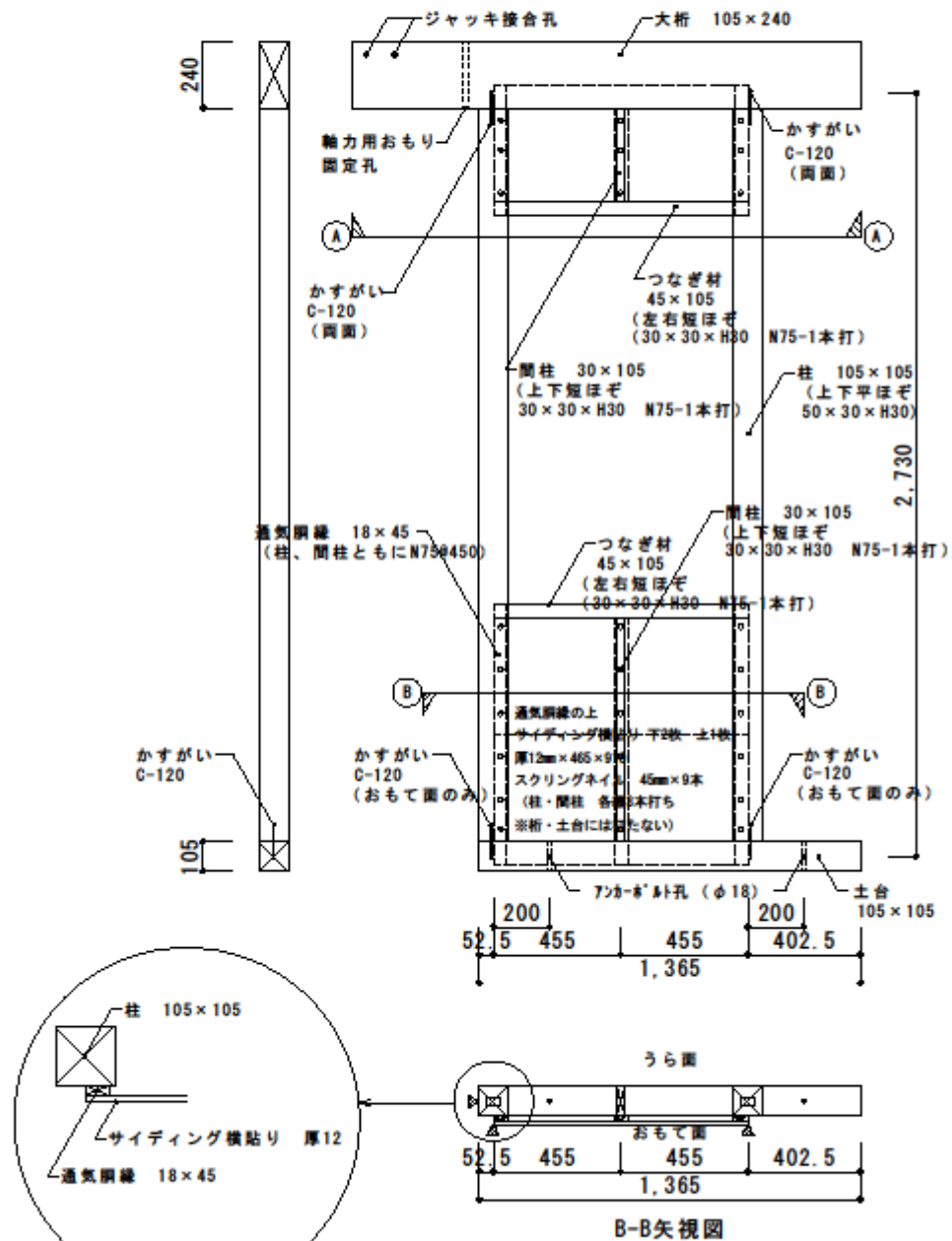
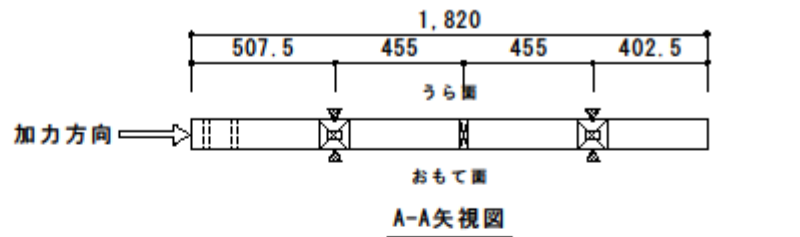
共通事項

- ▲印は、かすがい位置を示す。

試験体 No. 6

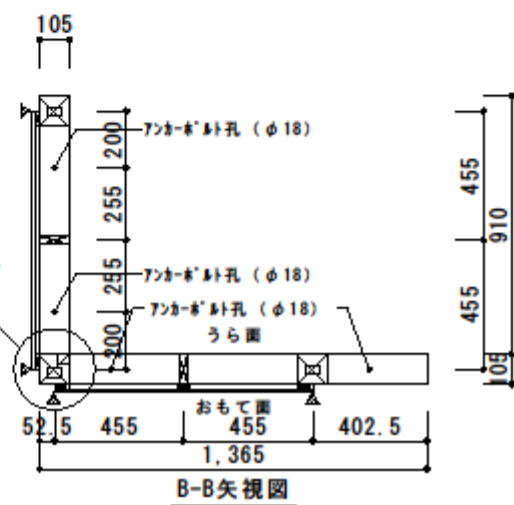
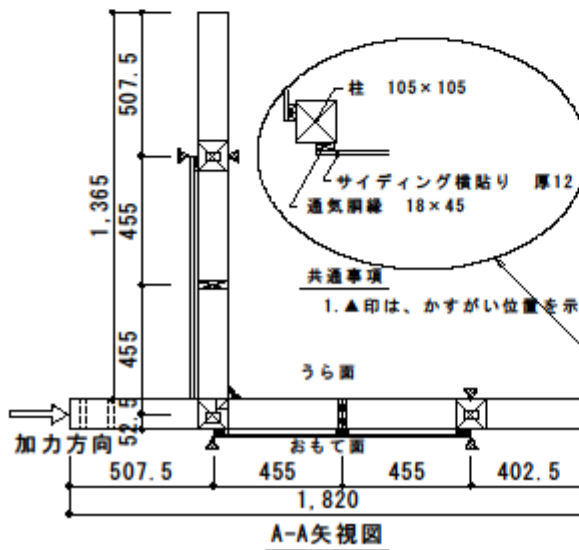
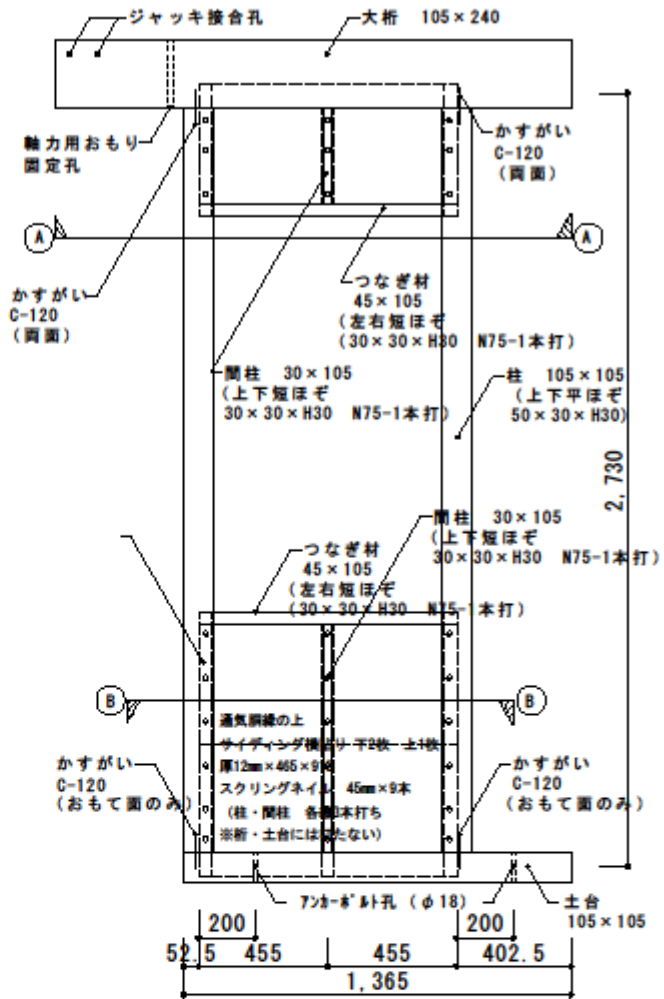
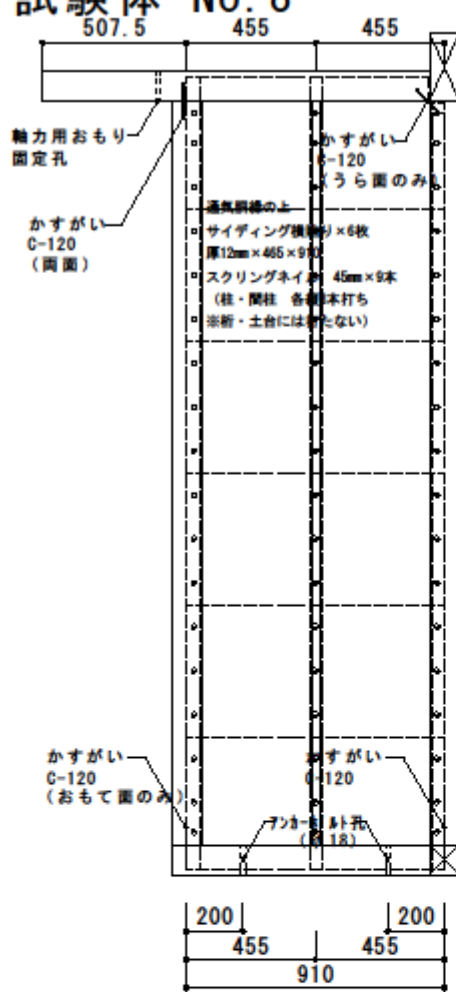


試験体 No. 7

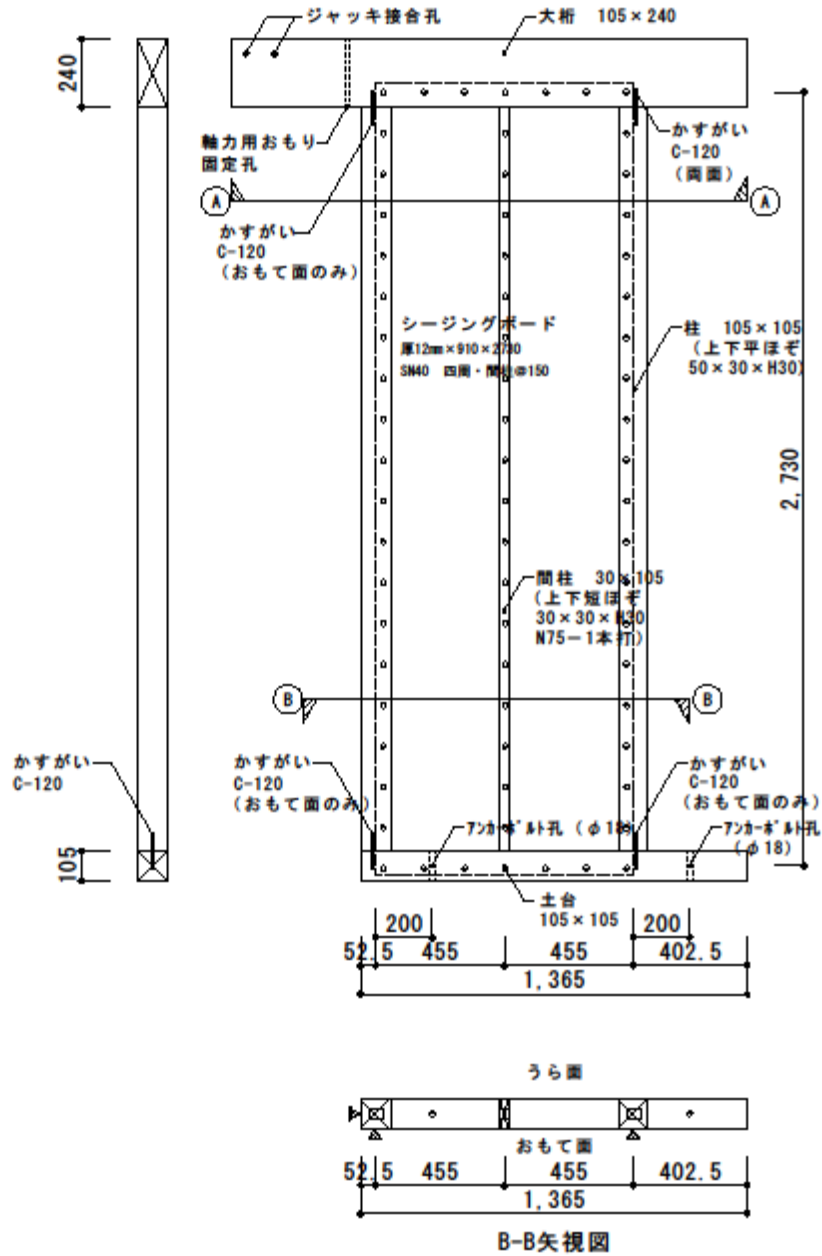
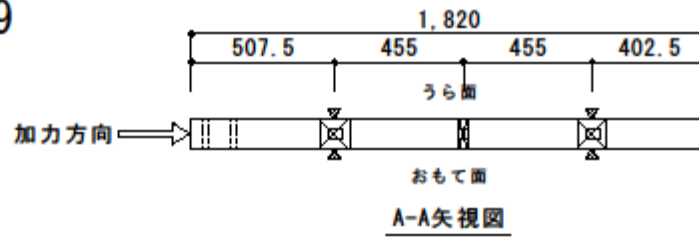


共通事項
1. ▲印は、かすがい位置を示す。

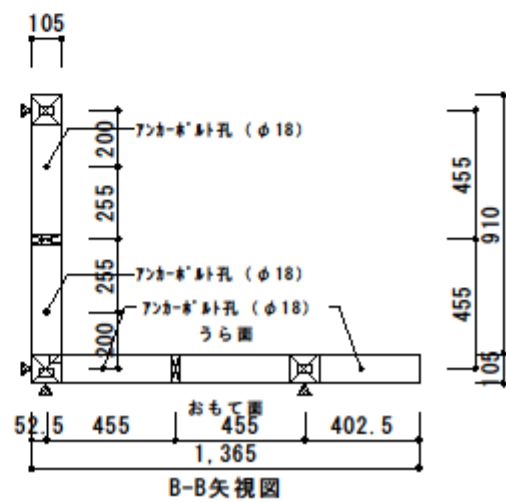
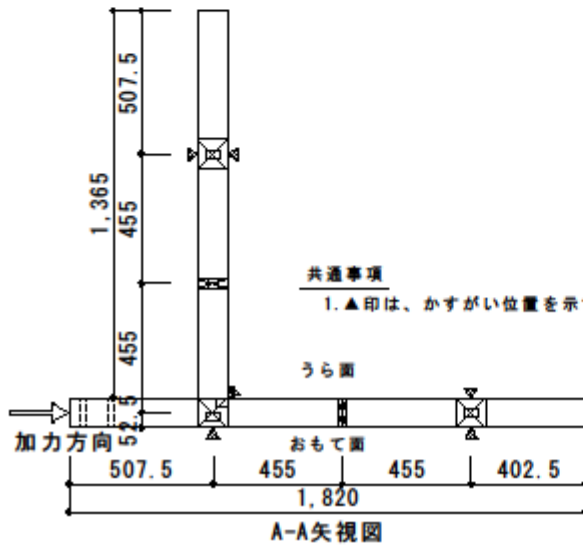
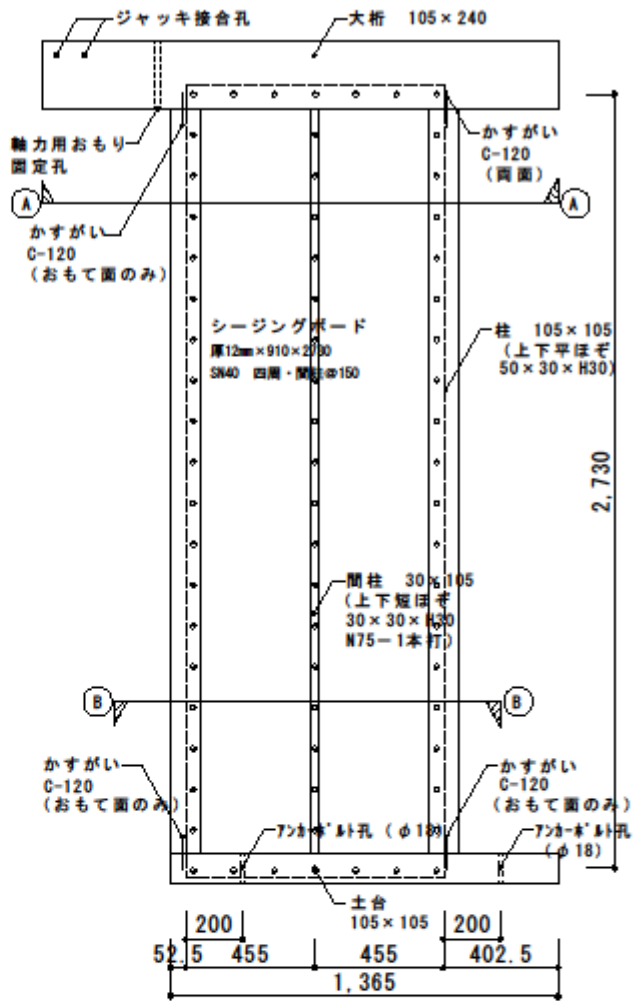
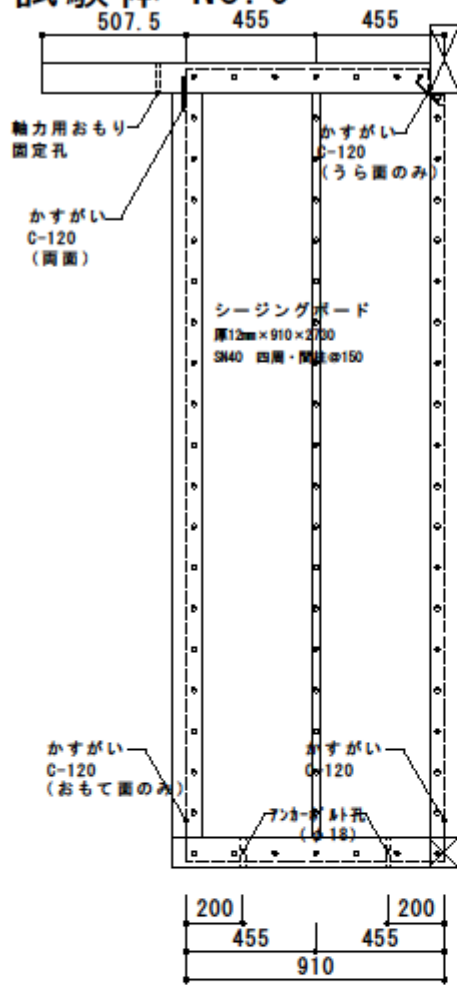
試験体 No. 8



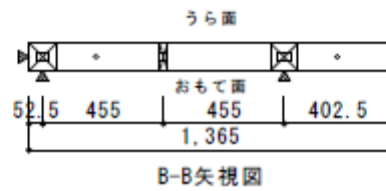
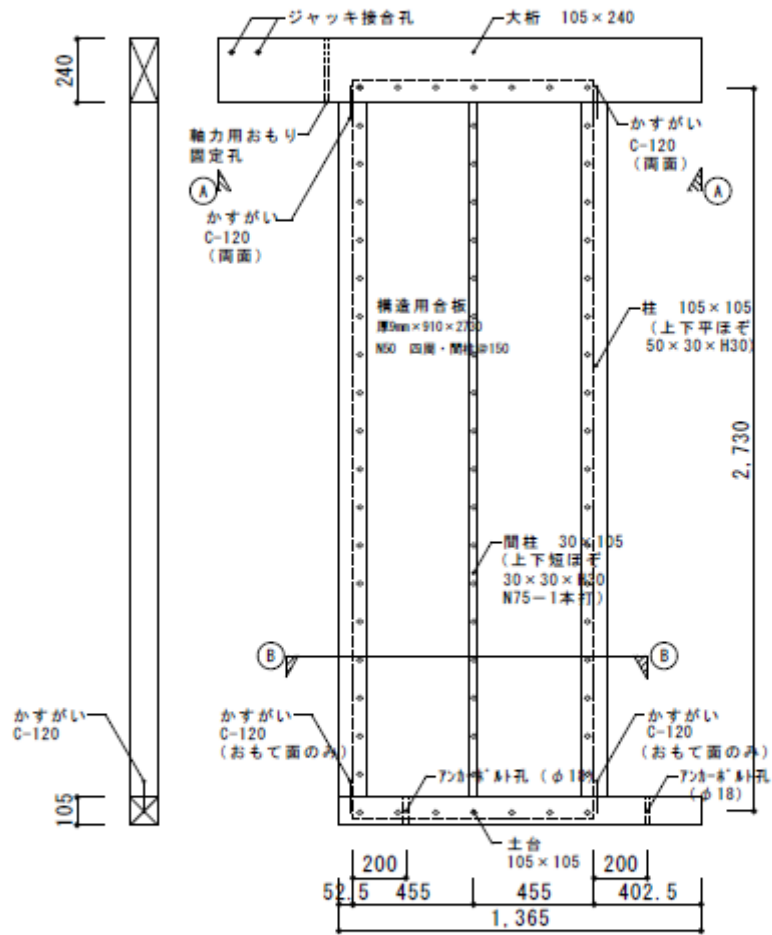
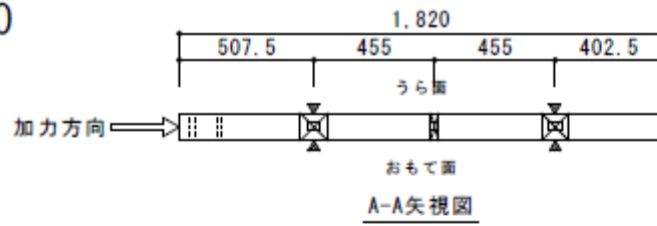
試験体 No. 19



試験体 No. 9



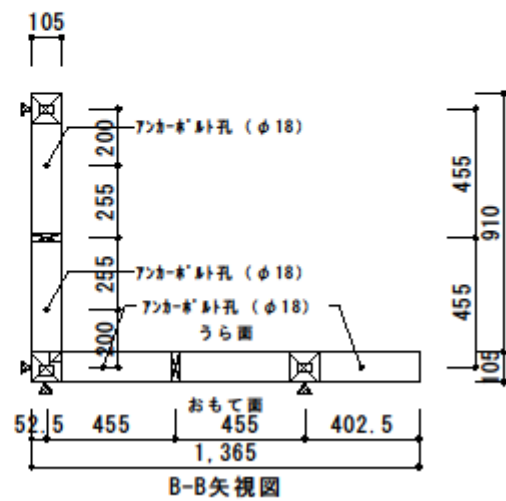
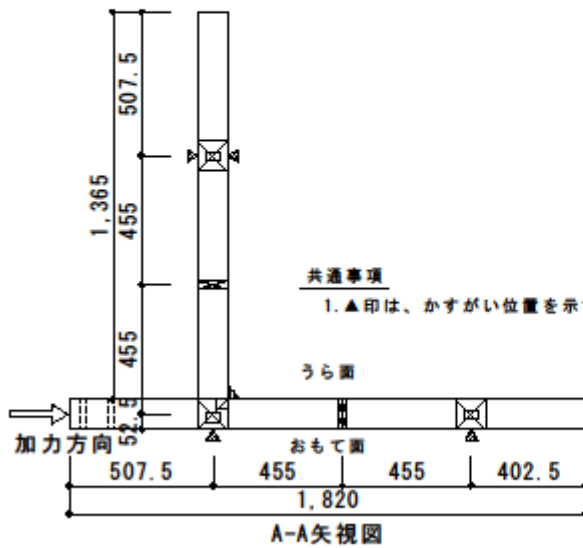
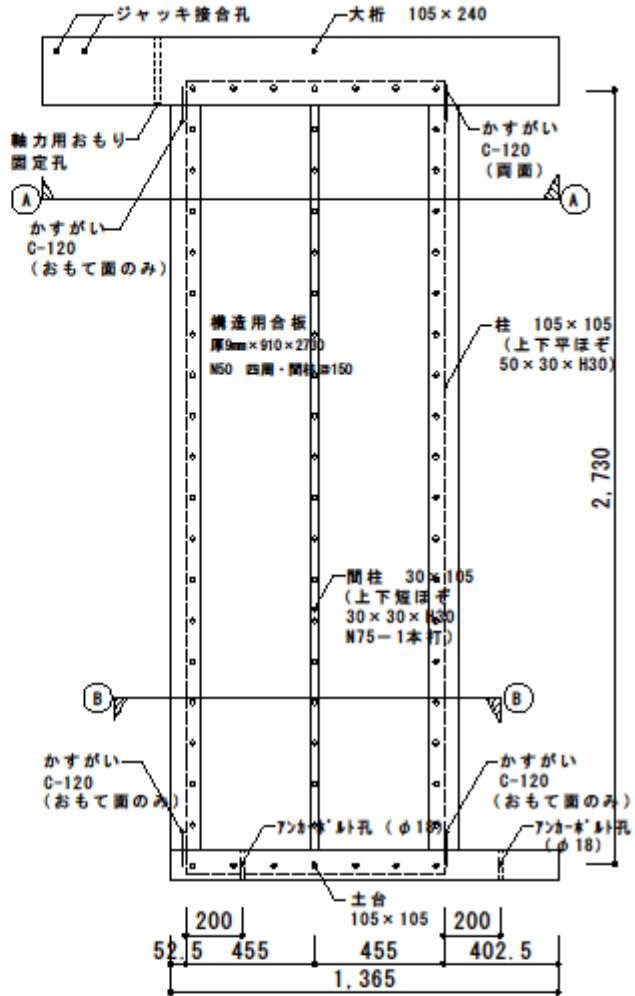
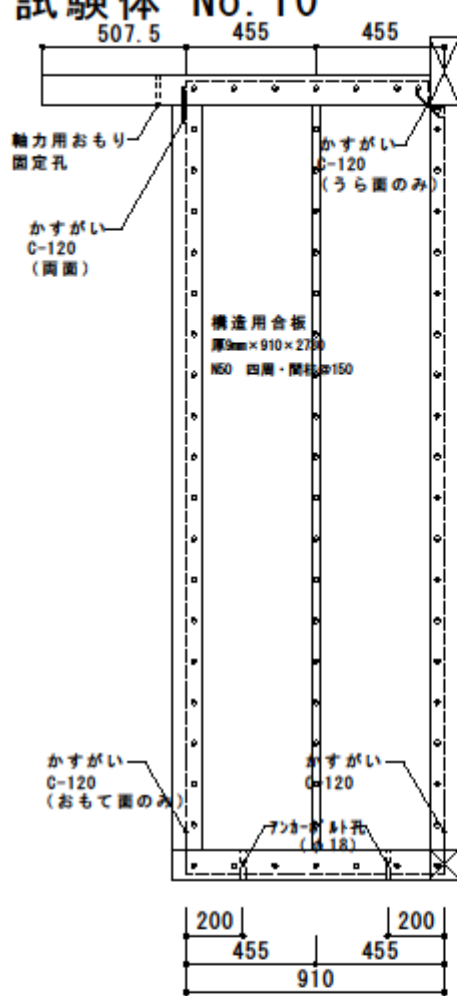
試験体 No. 20



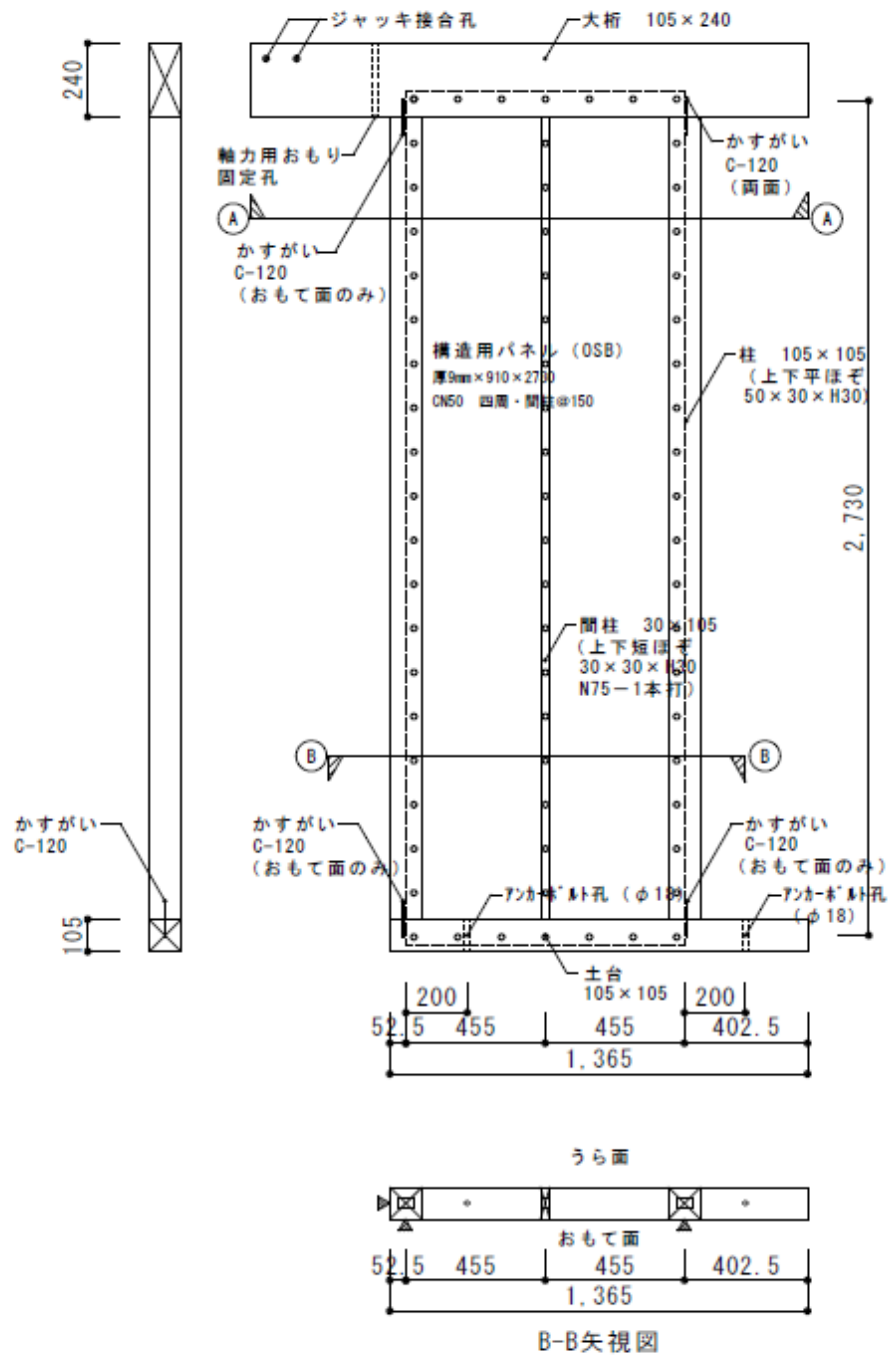
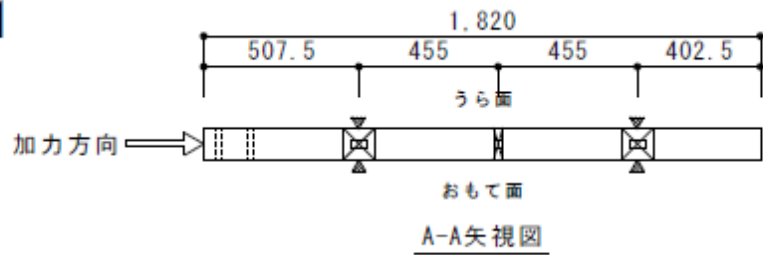
共通事項

1. ▲印は、かすがい位置を示す。

試験体 No. 10



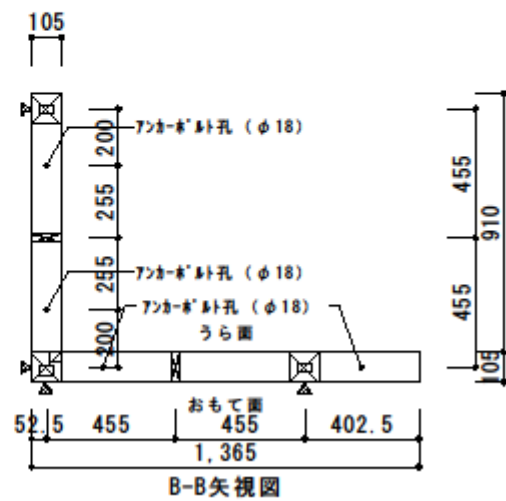
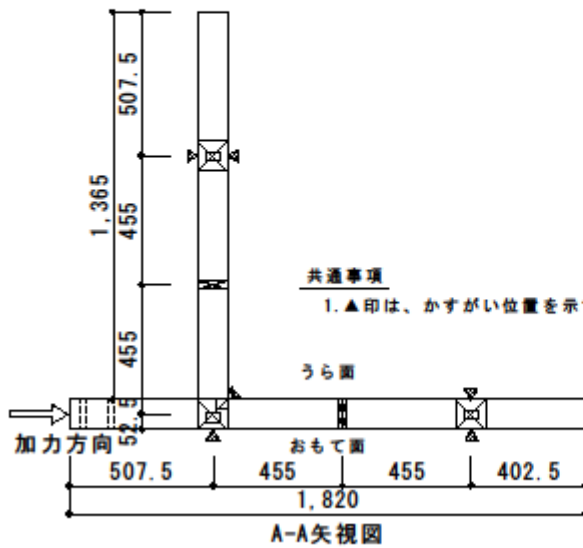
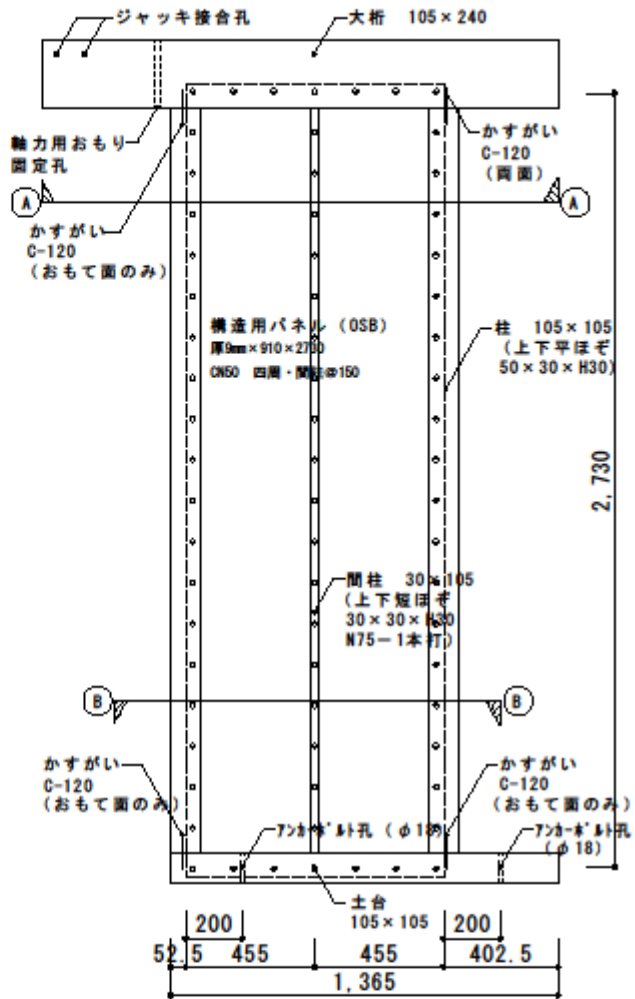
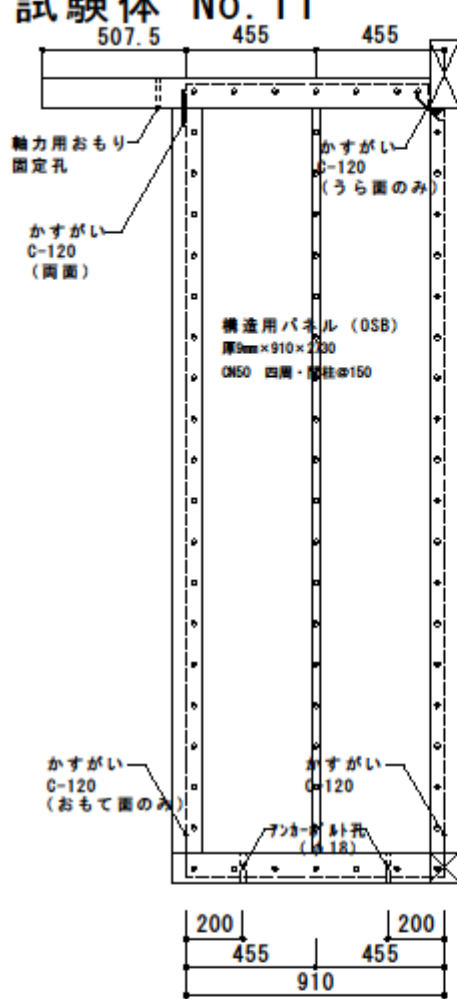
試験体 No. 21



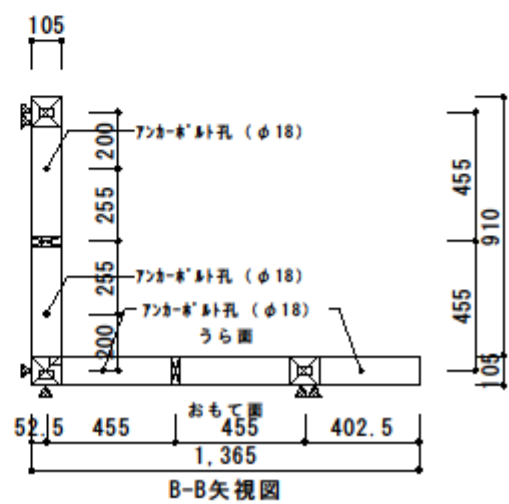
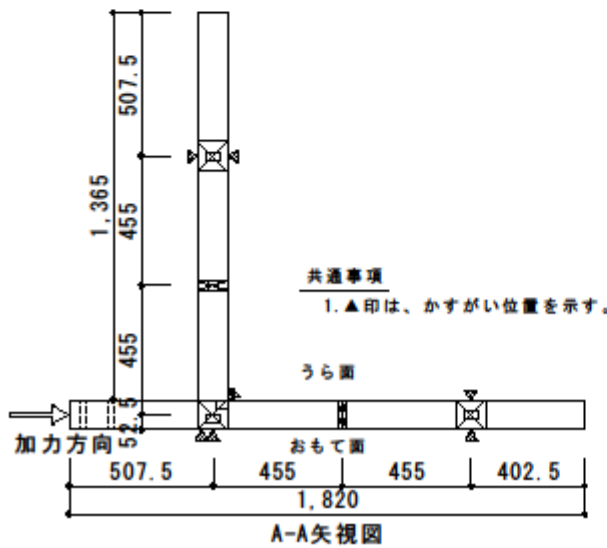
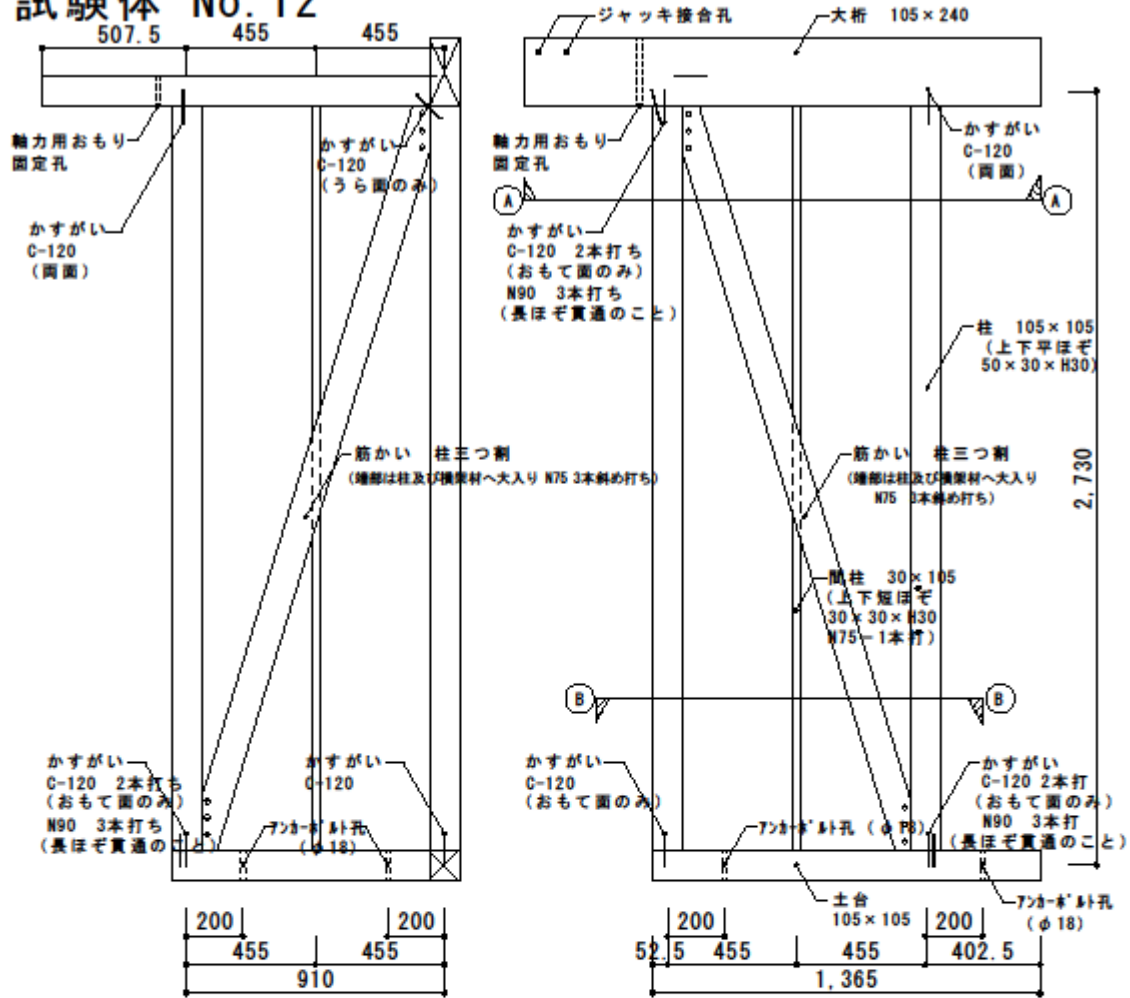
共通事項

- ▲印は、かすがい位置を示す。

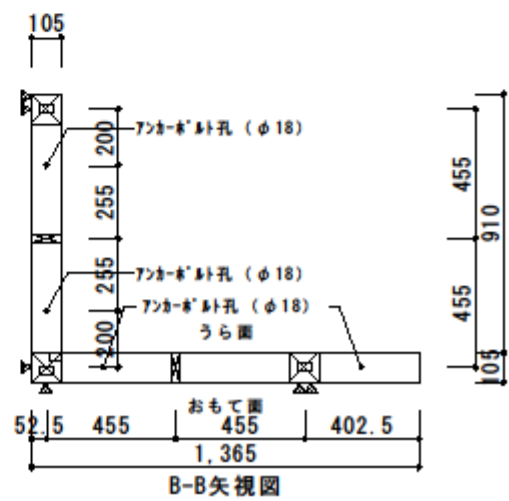
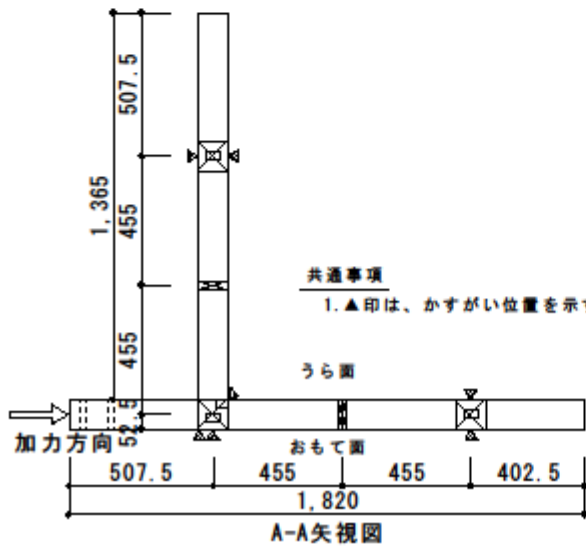
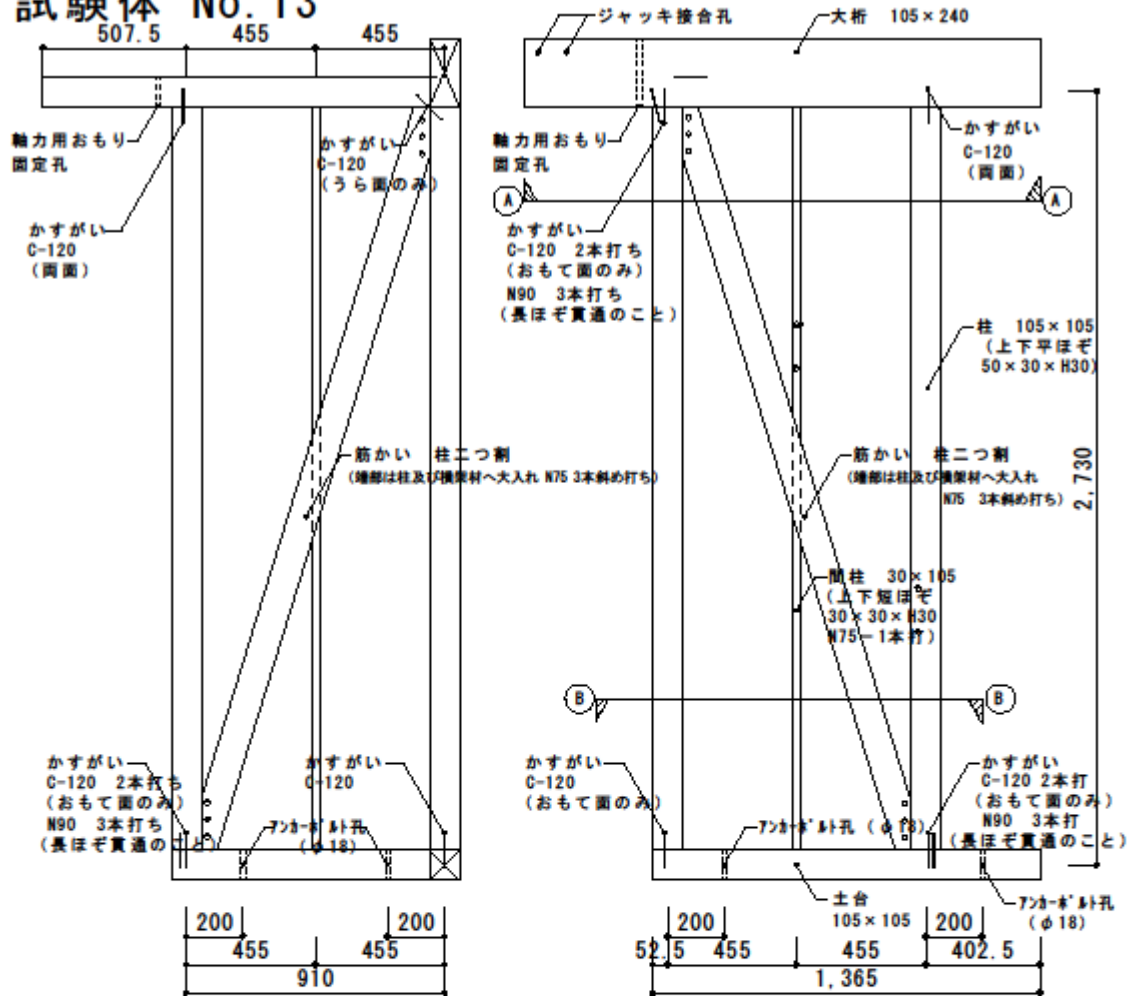
試験体 No. 11



試験体 No. 12



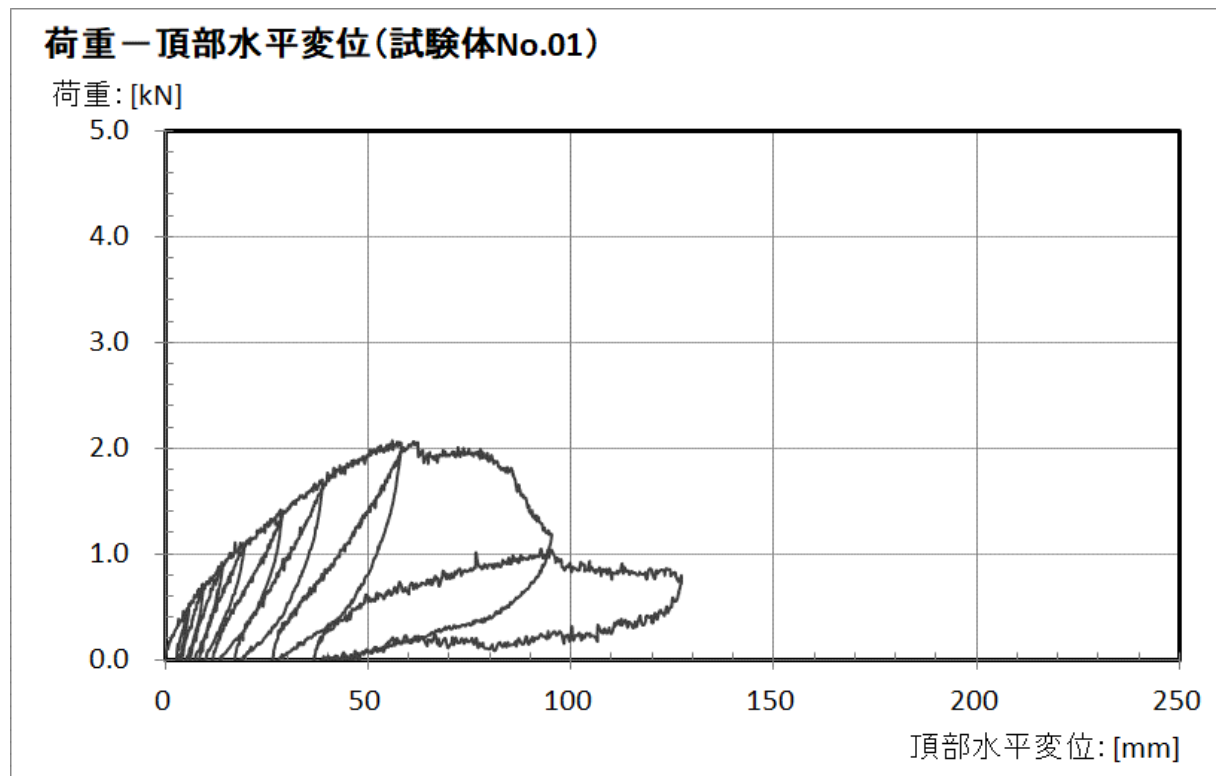
試験体 No. 13



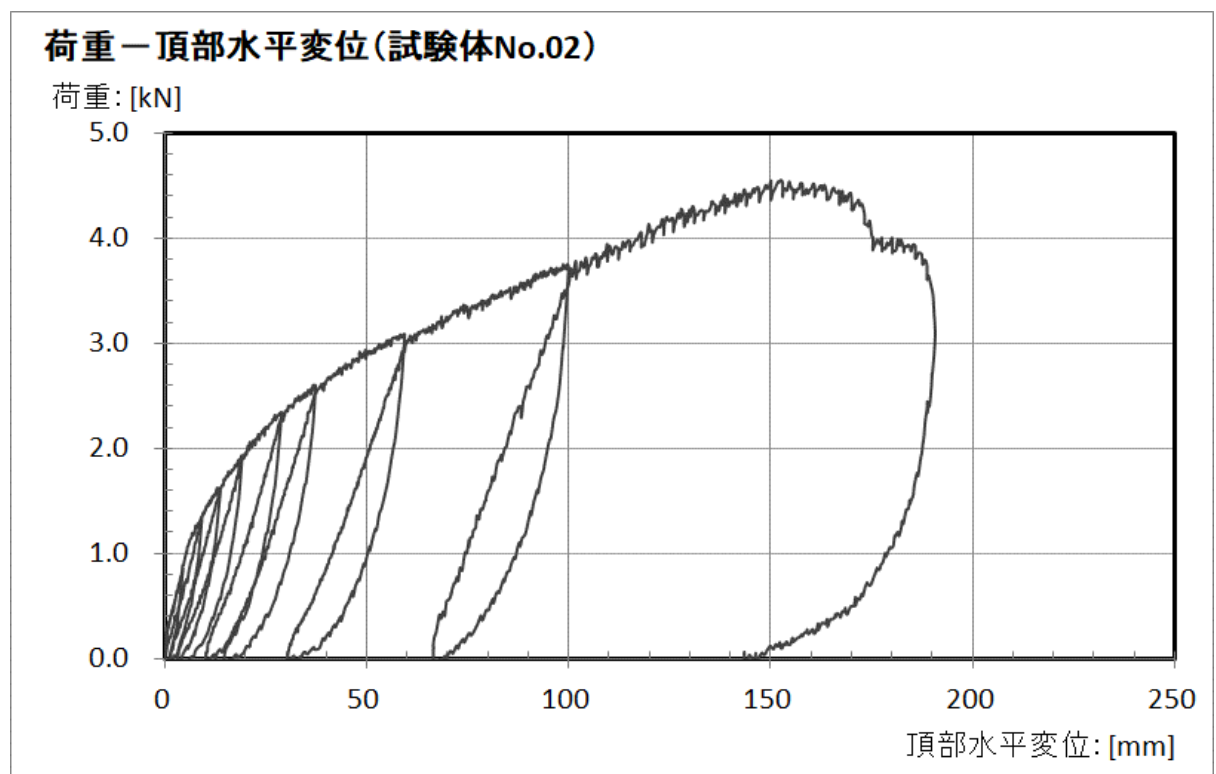
共通事項
 1. ▲印は、かすがい位置を示す。

図2 水平加力点位置における荷重 - 変形関係

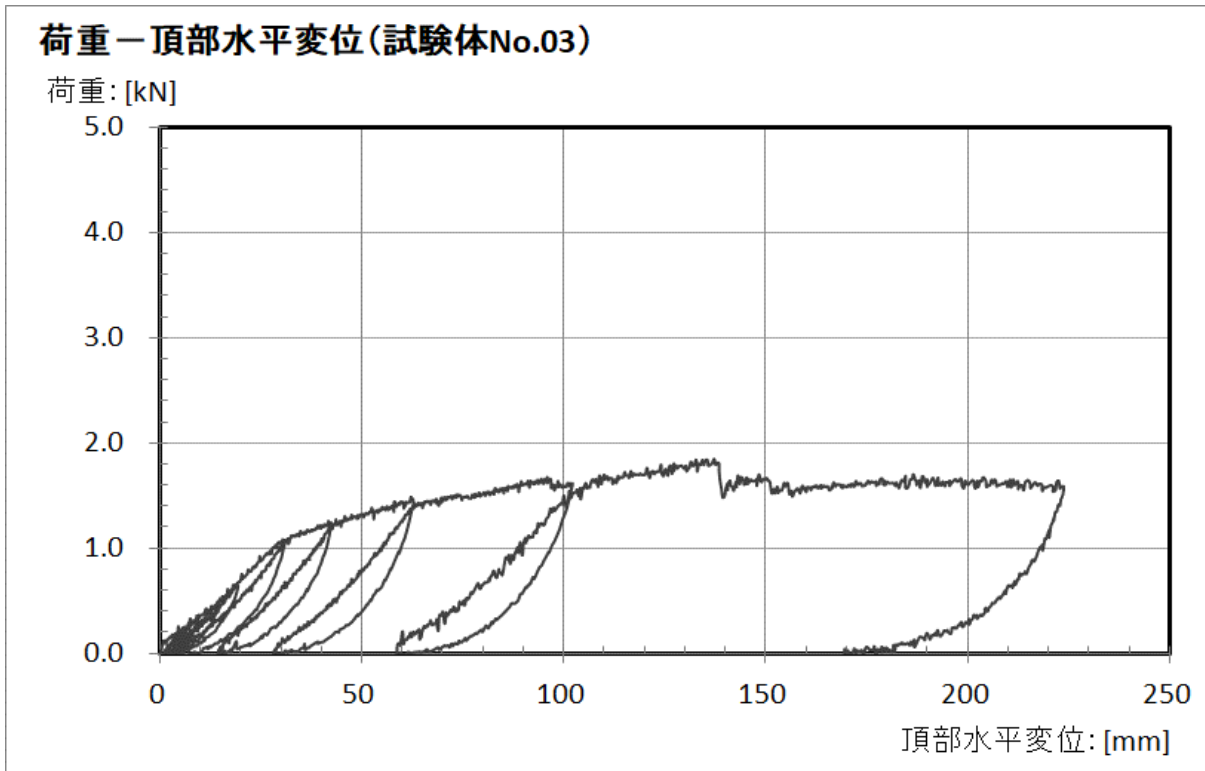
<試験体 No.1>



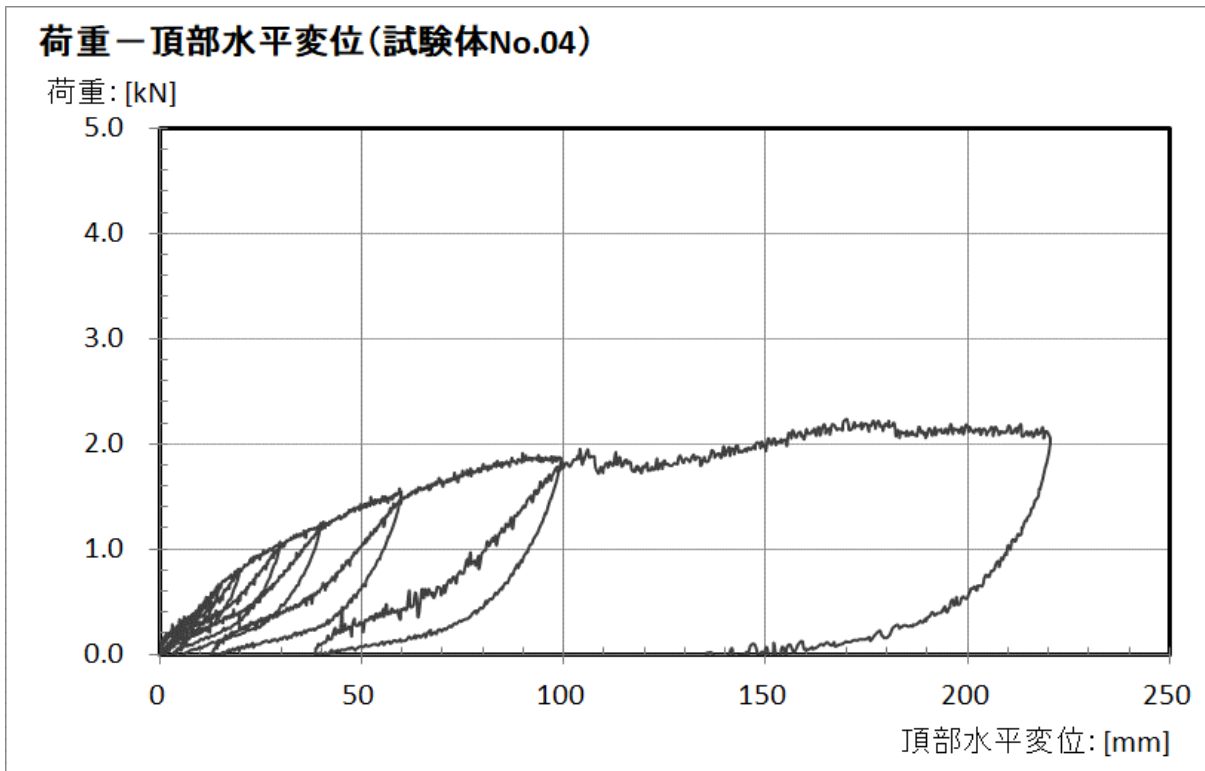
<試験体 No.2>



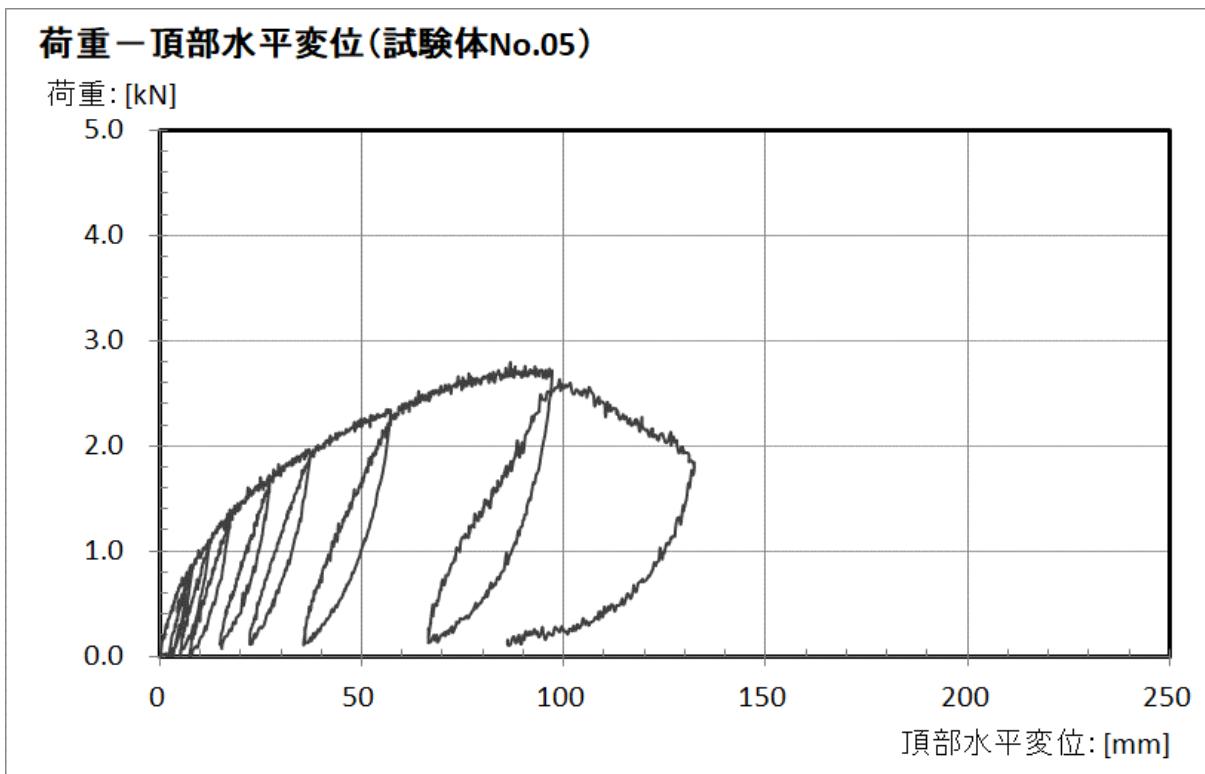
< 試験体 No.3 >



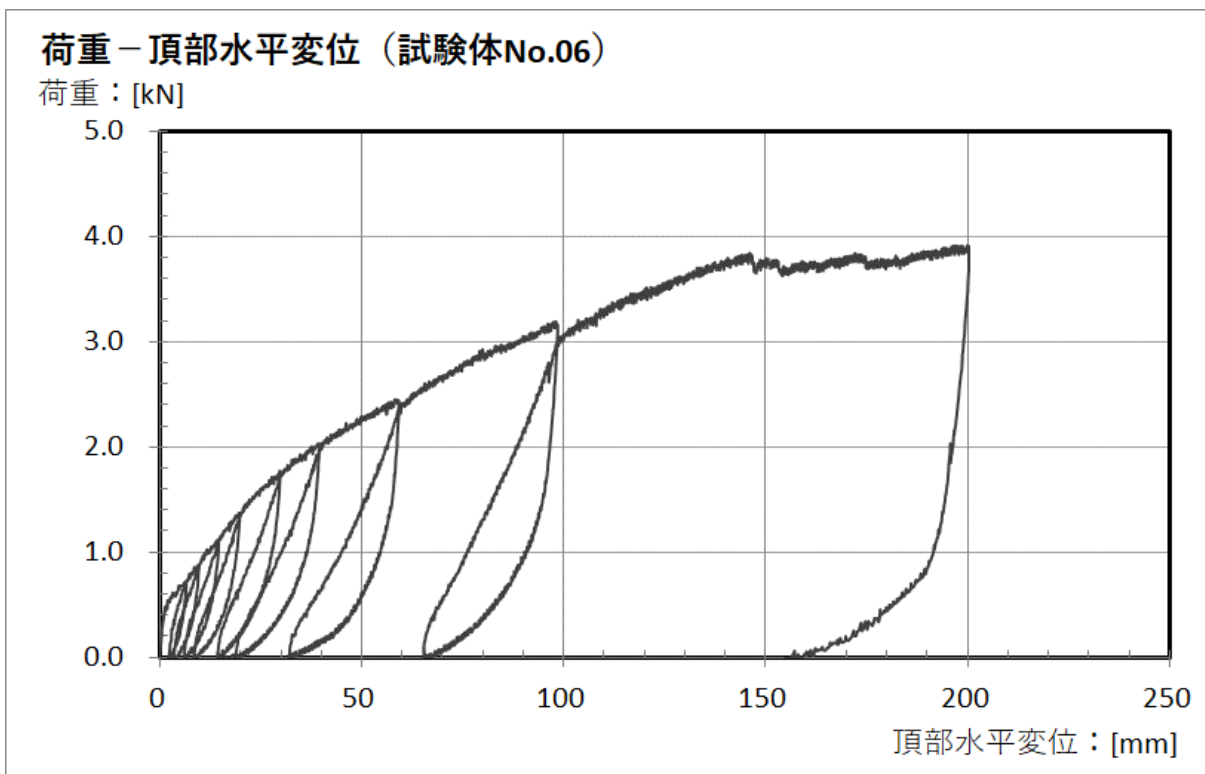
< 試験体 No.4 >



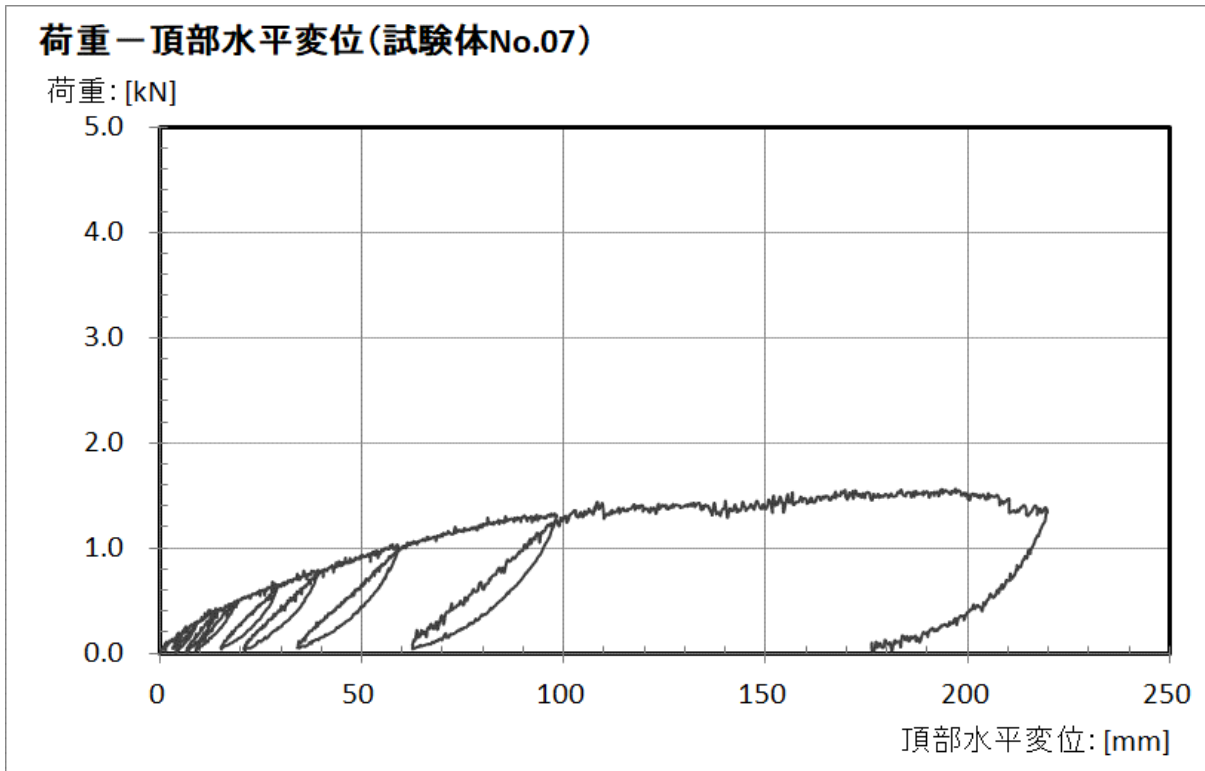
< 試験体 No.5 >



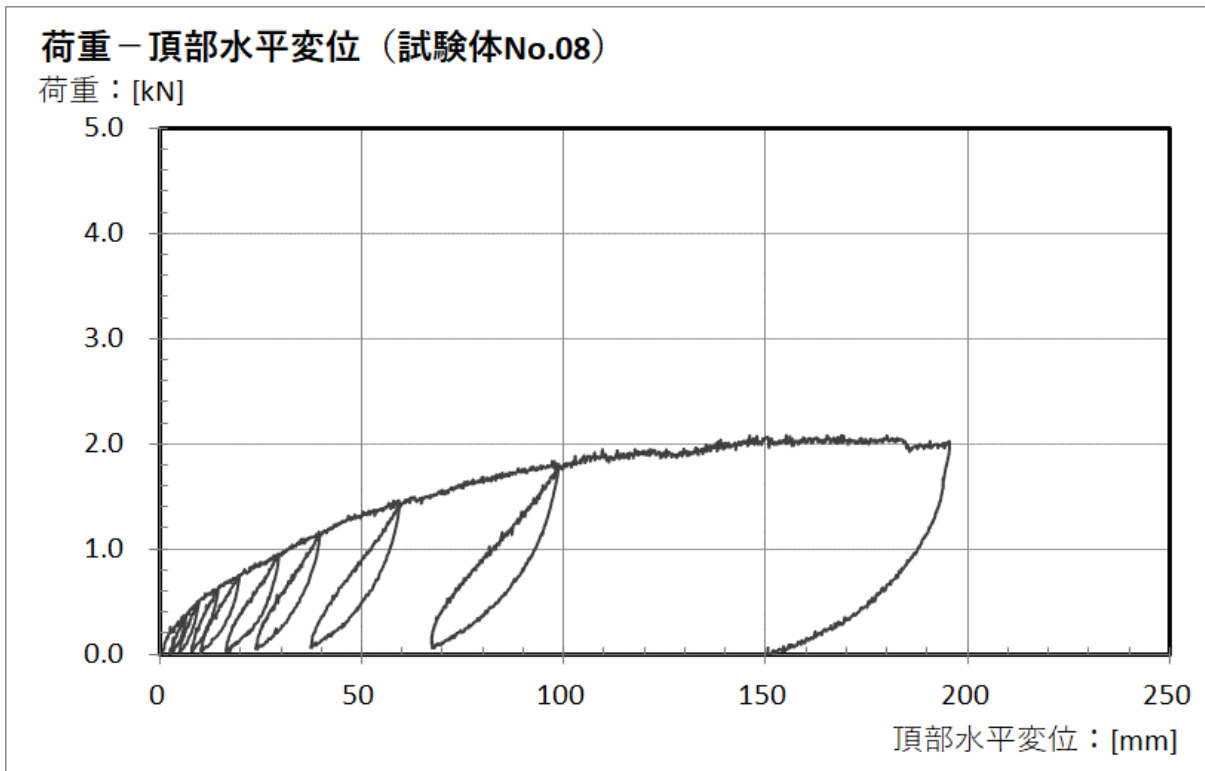
< 試験体 No.6 >



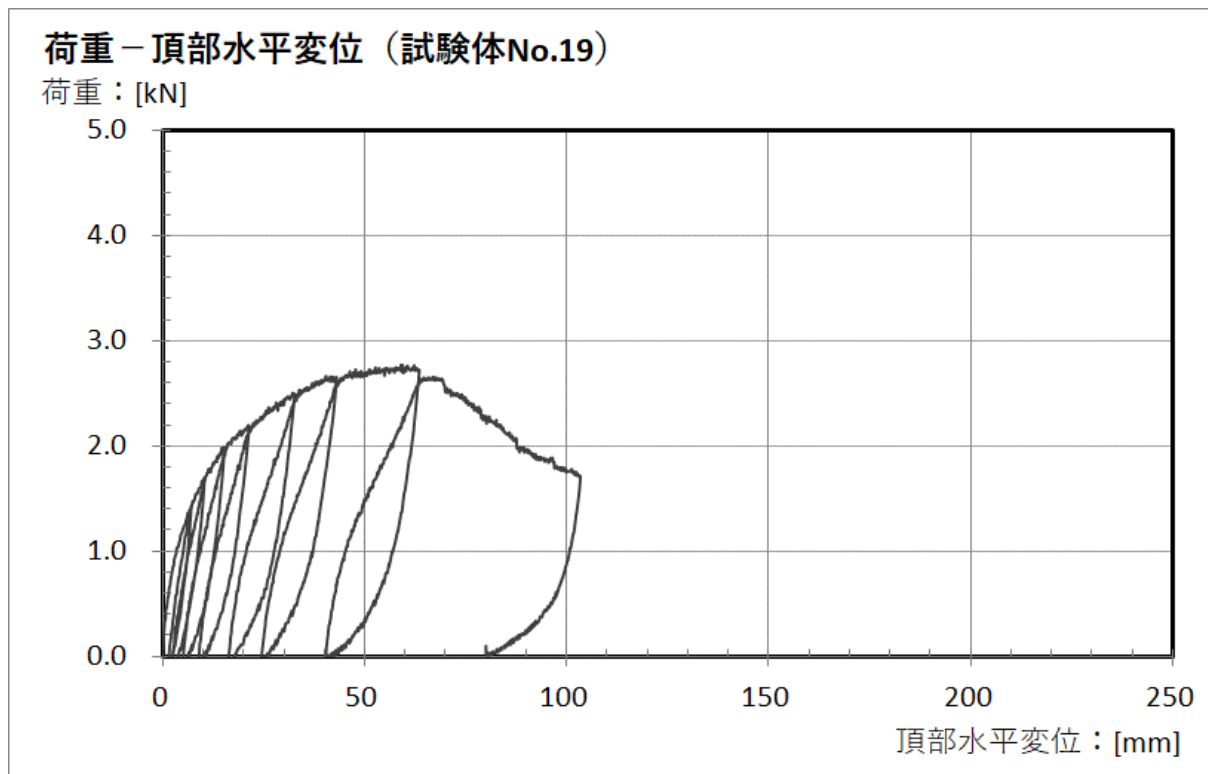
< 試験体 No.7 >



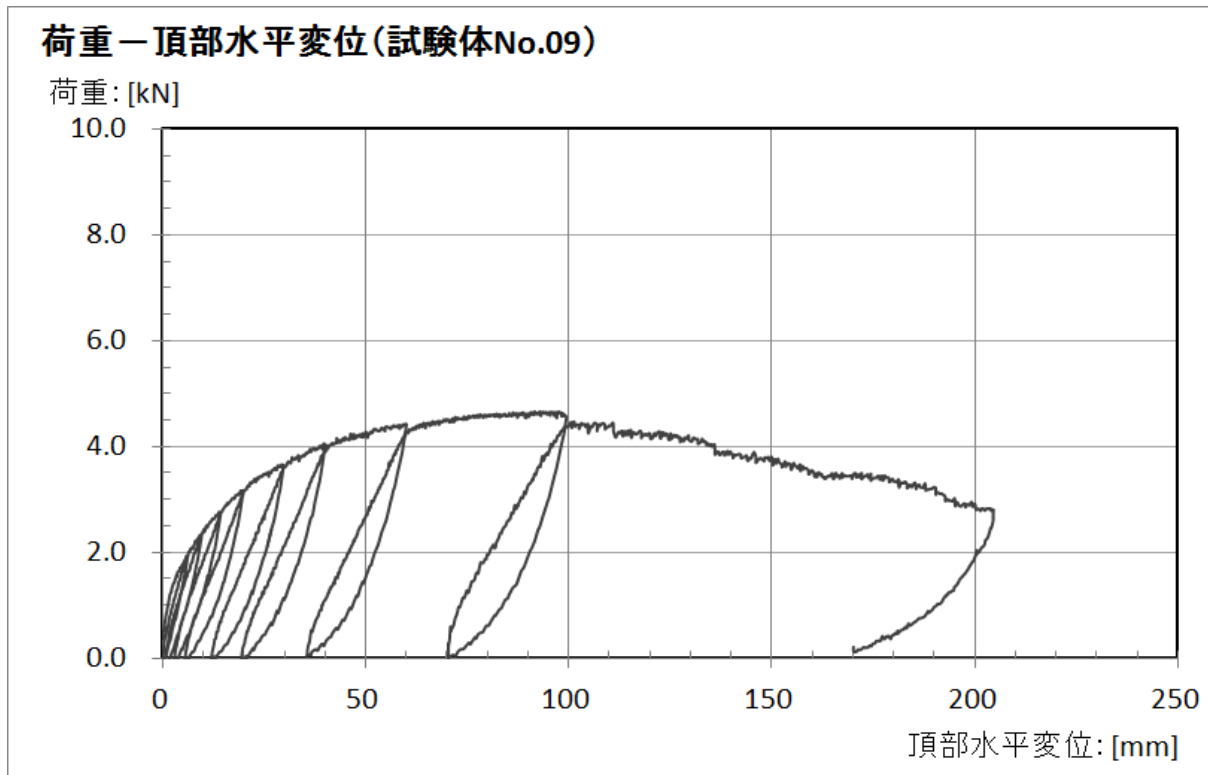
< 試験体 No.8 >



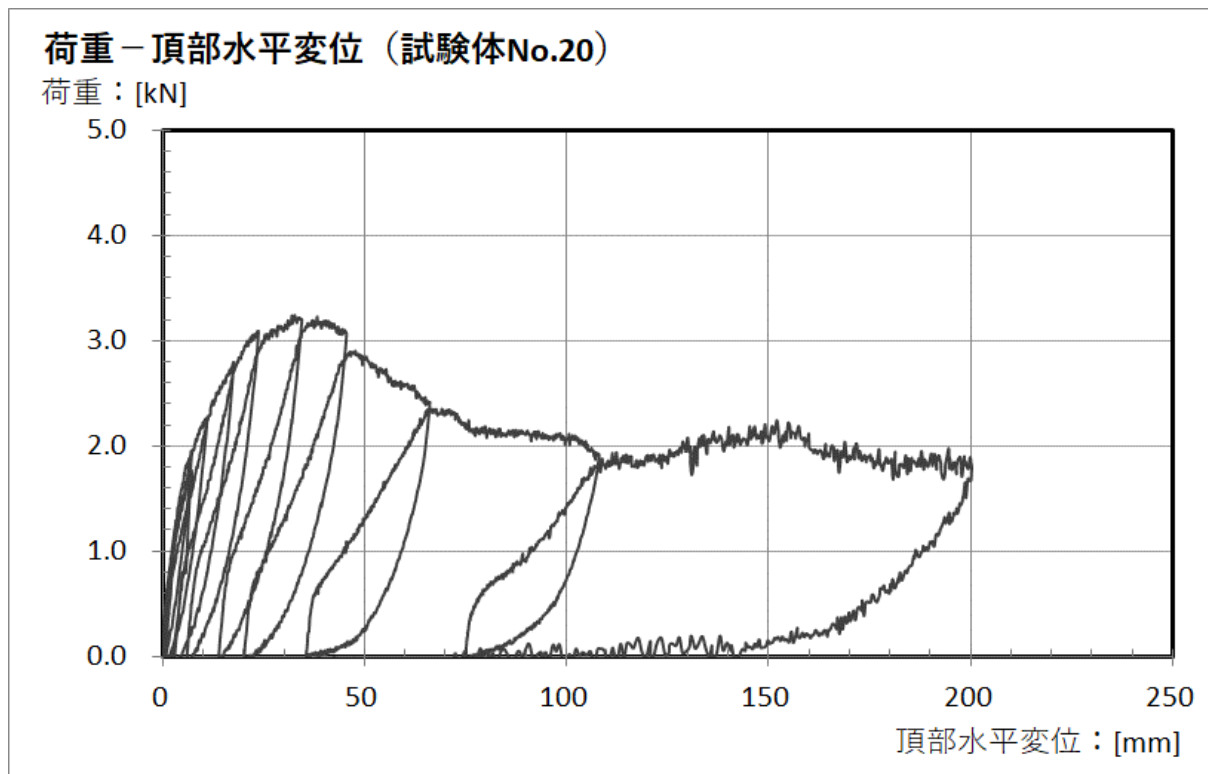
< 試験体 No.19 >



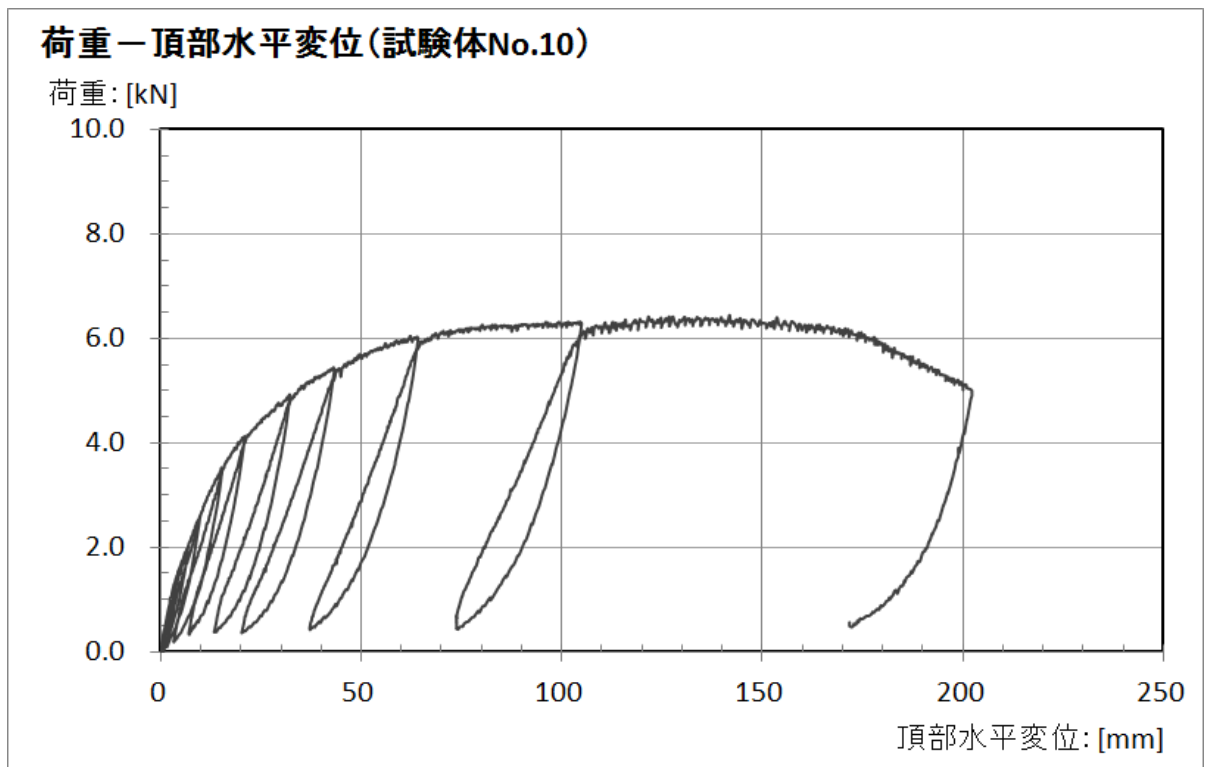
< 試験体 No.9 >



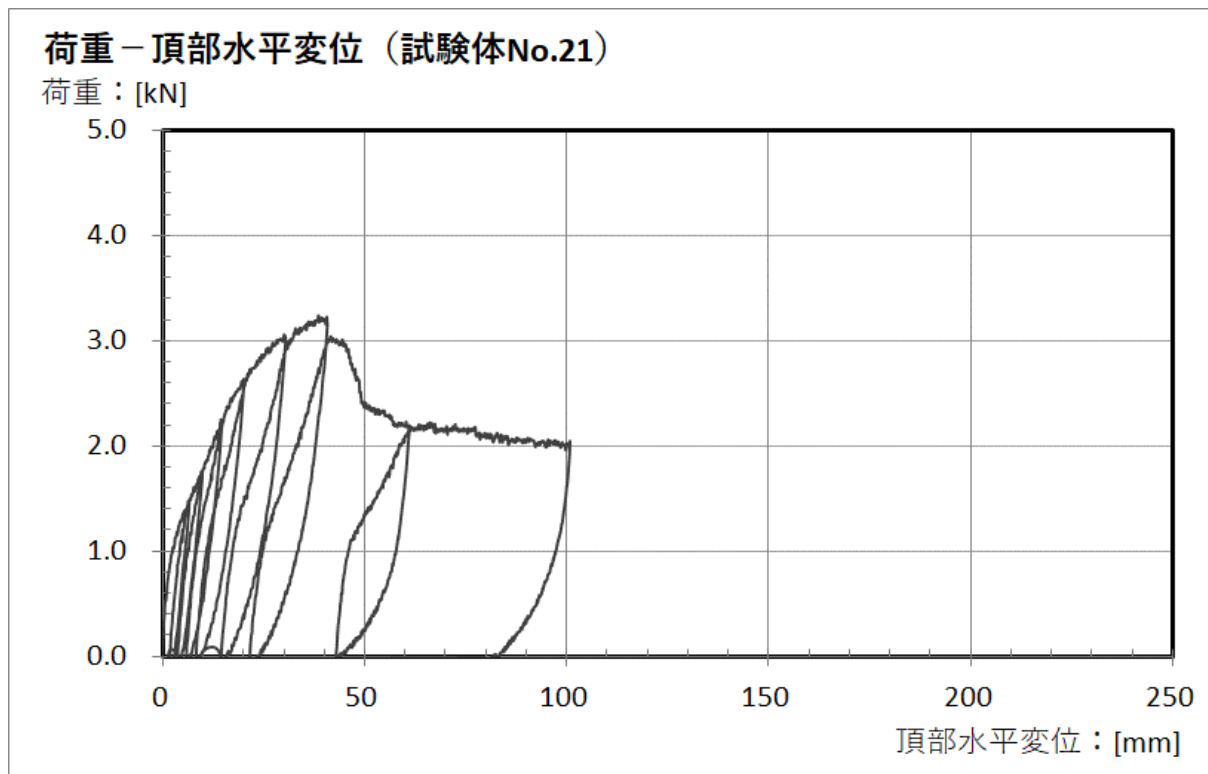
< 試験体 No.20 >



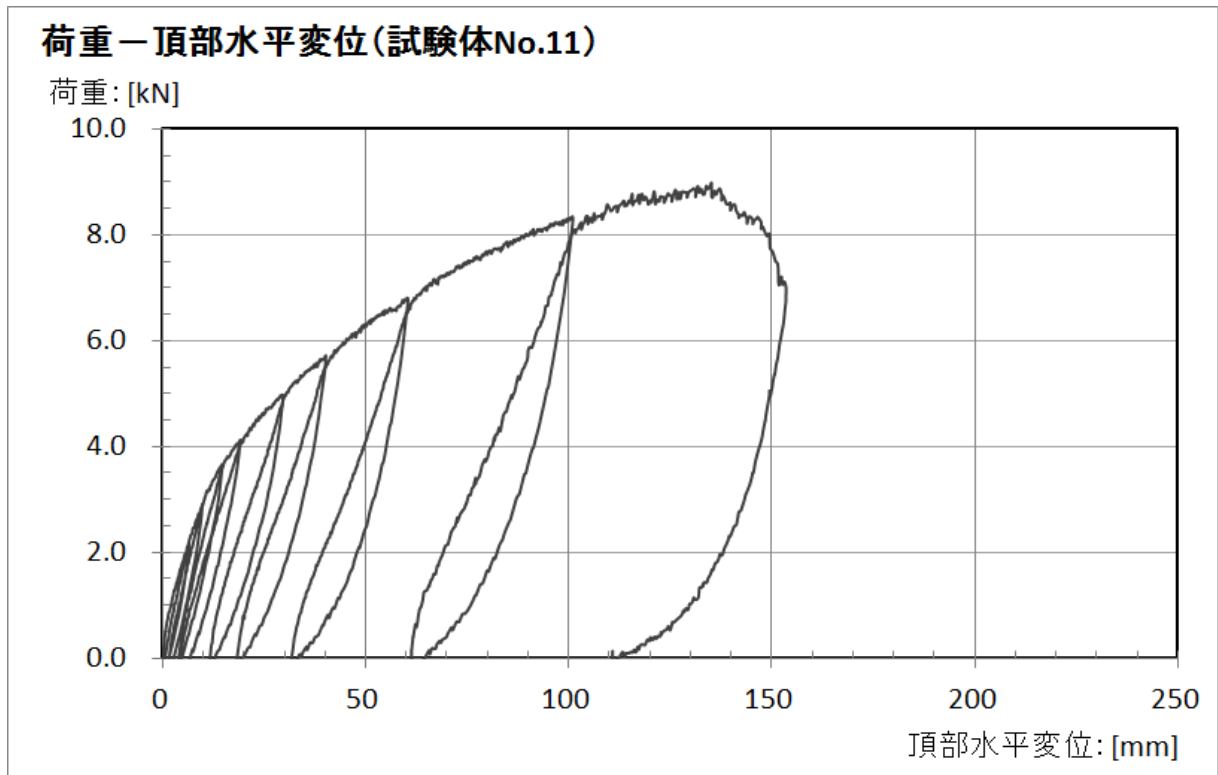
< 試験体 No.10 >



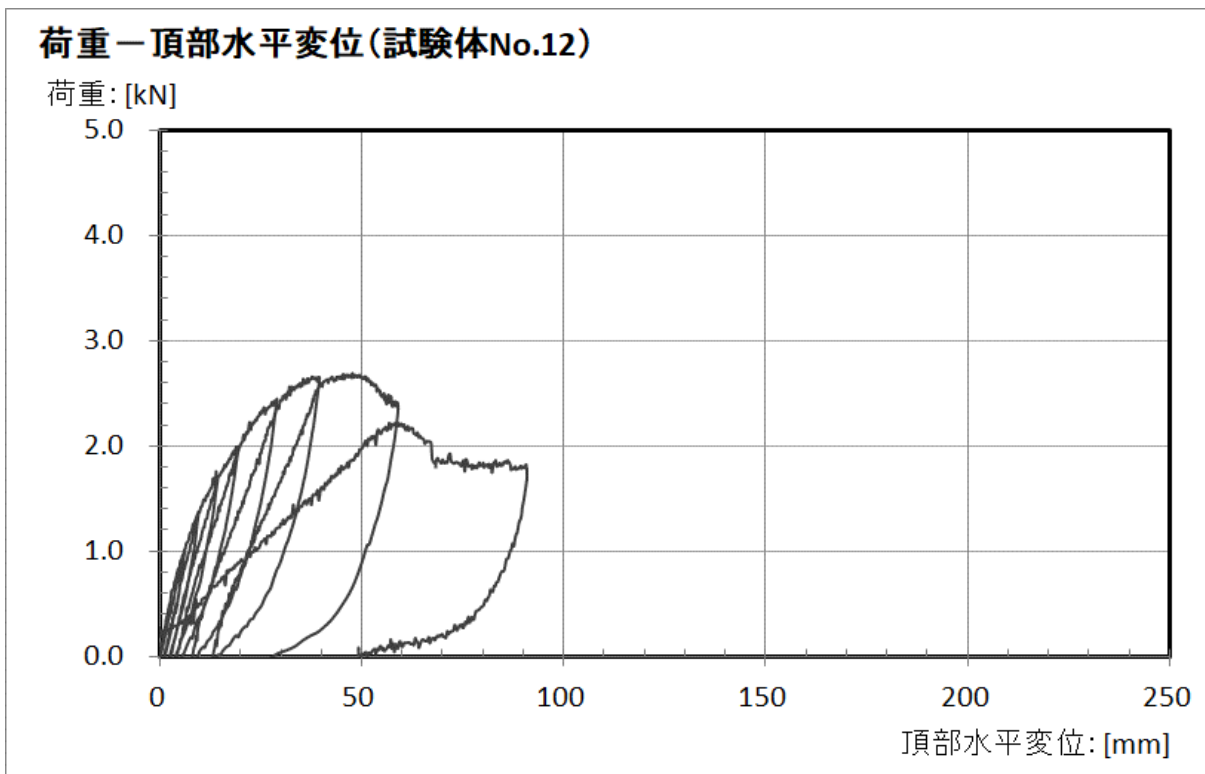
< 試験体 No.21 >



< 試験体 No.11 >



< 試験体 No.12 >



< 試験体 No.13 >

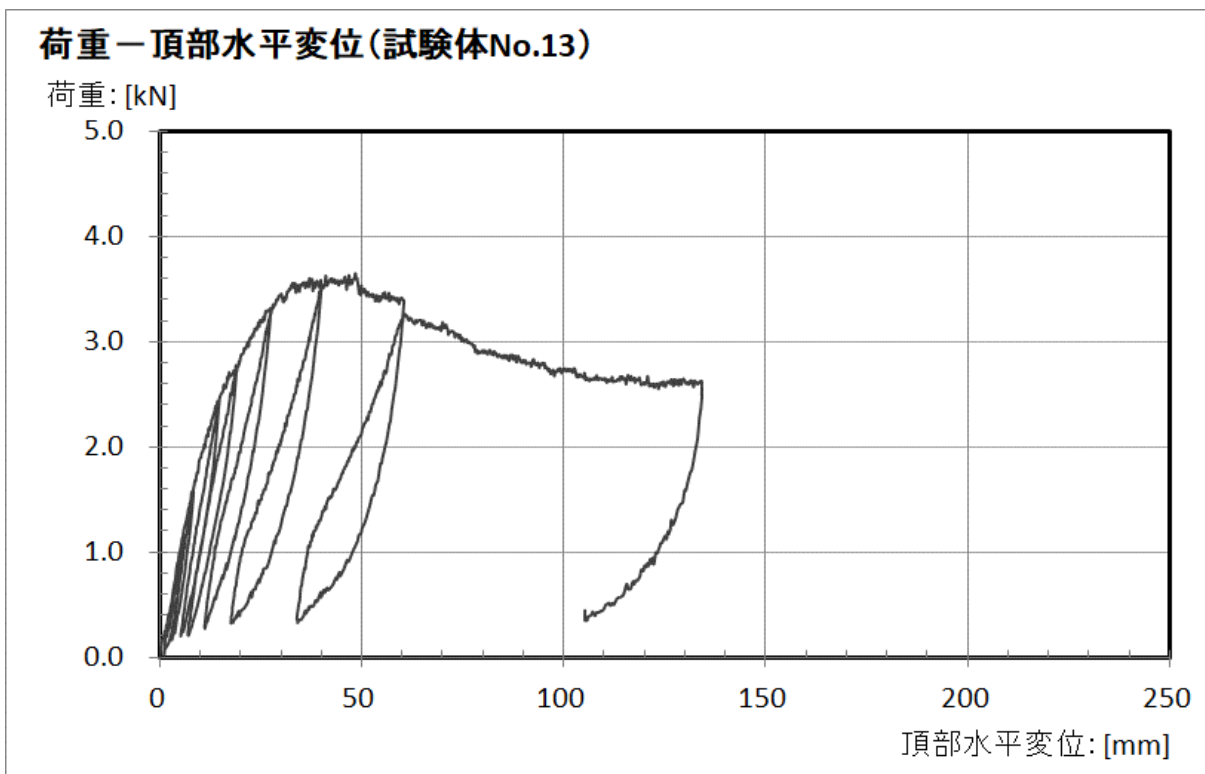
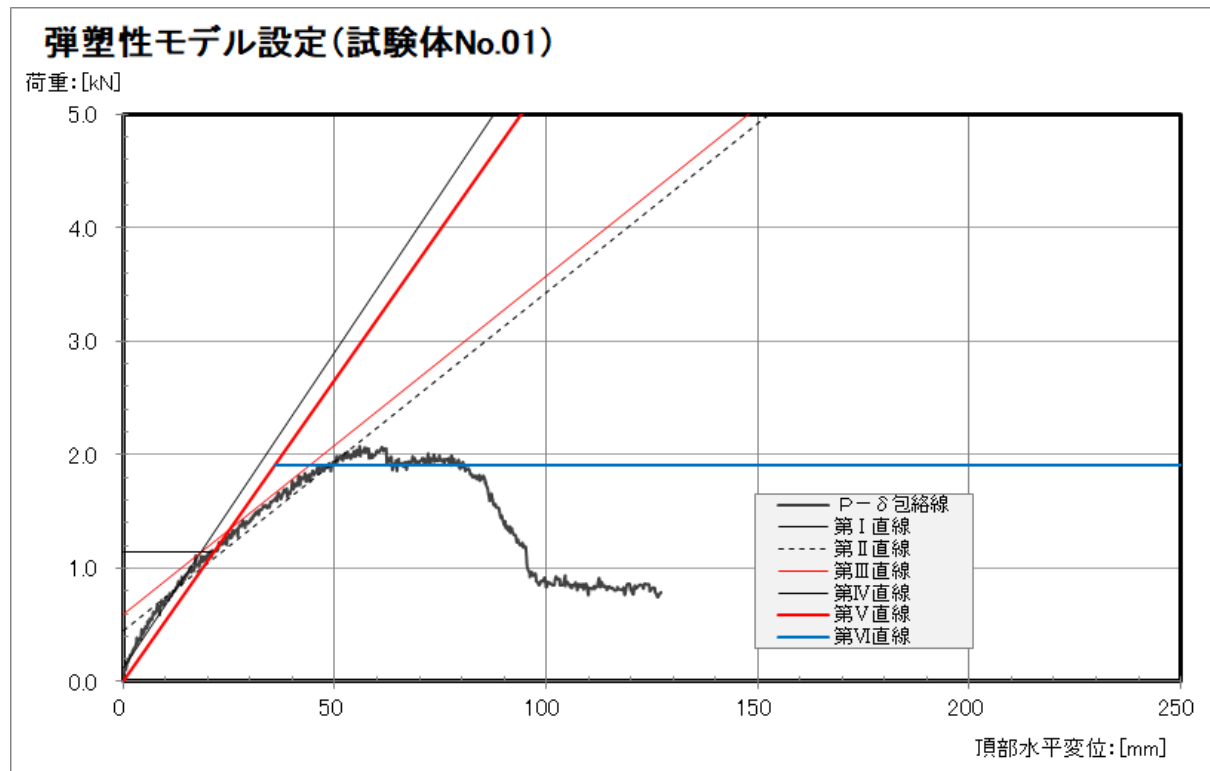
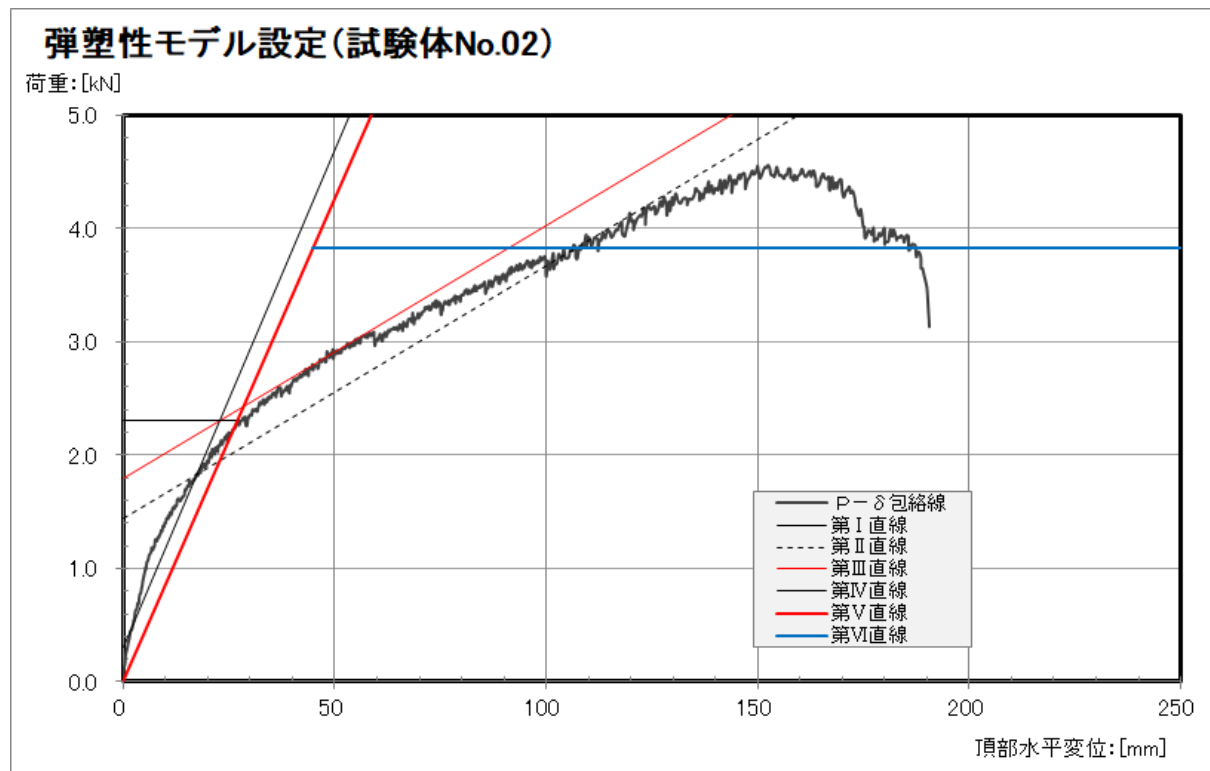


図3 復元力特性に基づく完全弾塑性モデル設定

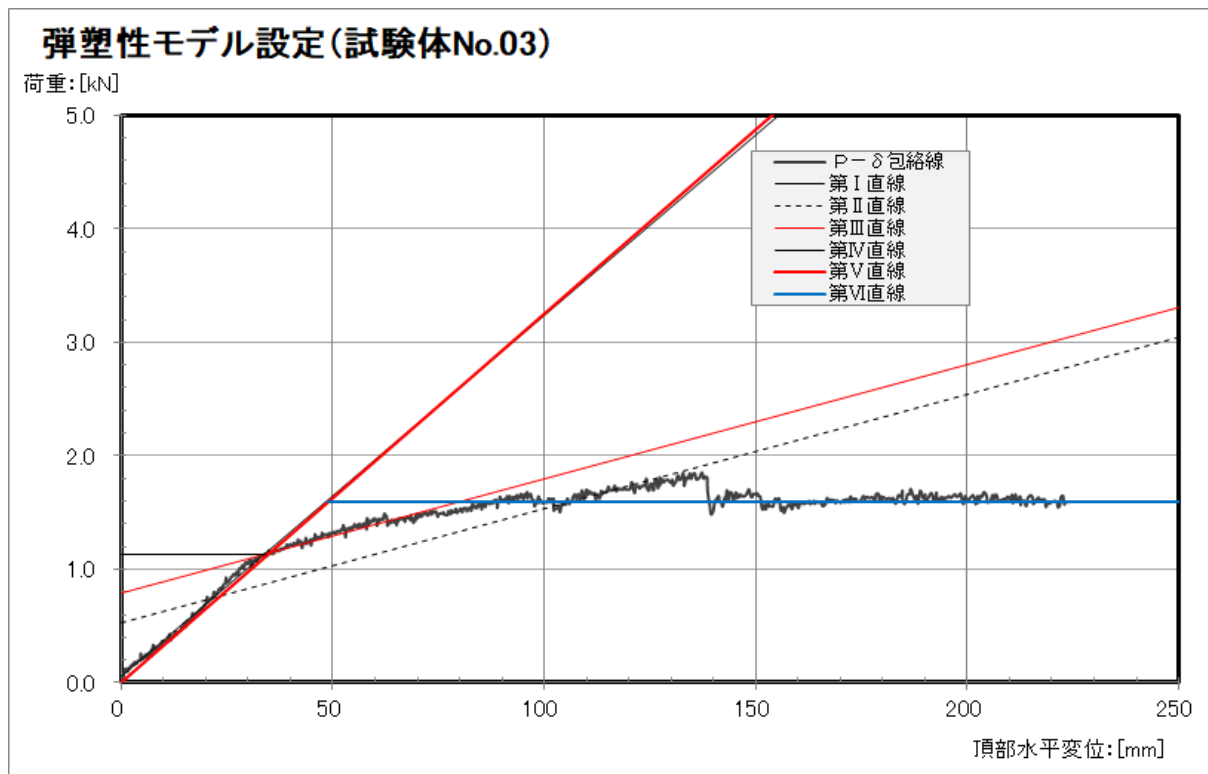
<試験体 No.1>



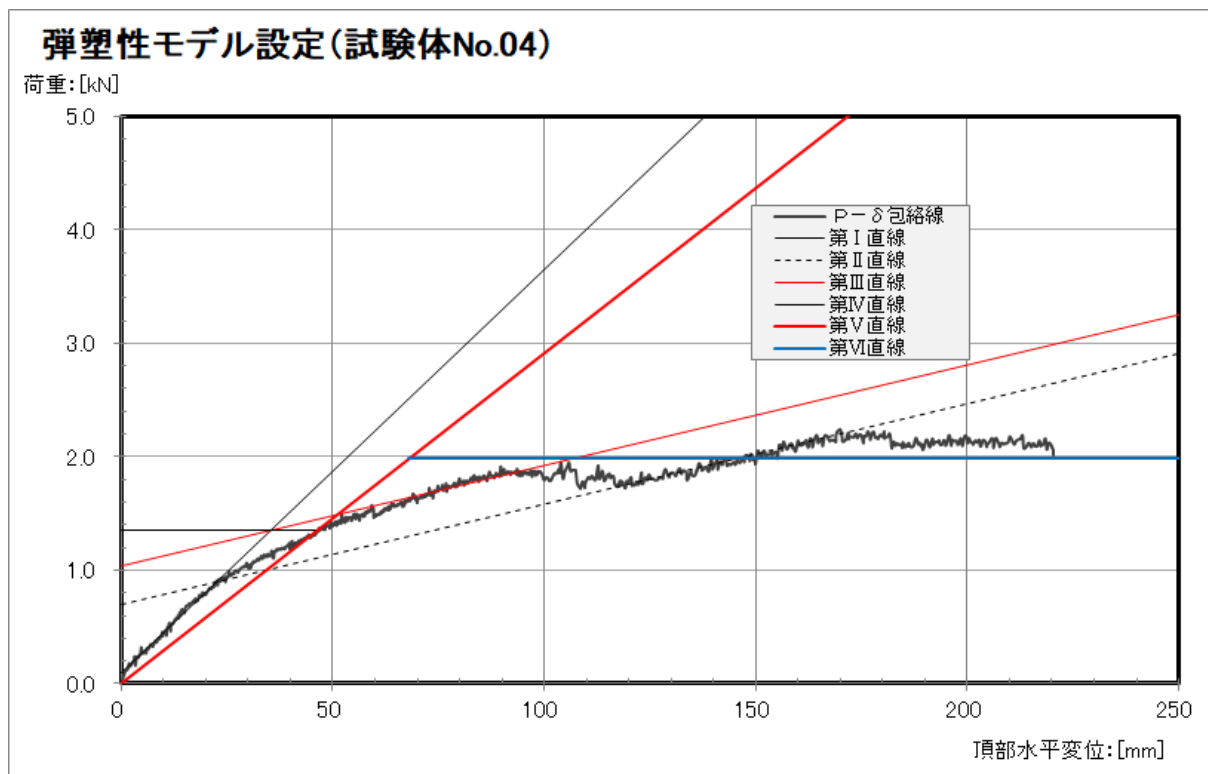
<試験体 No.2>



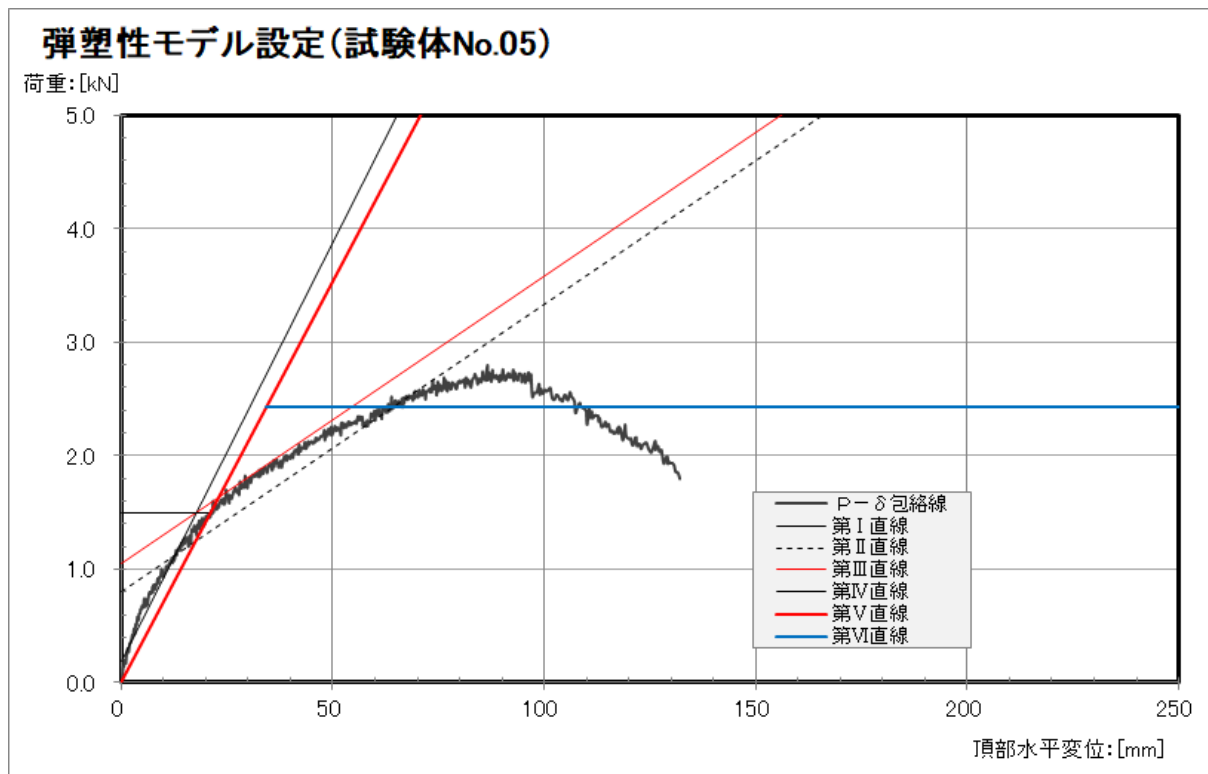
< 試験体 No.3 >



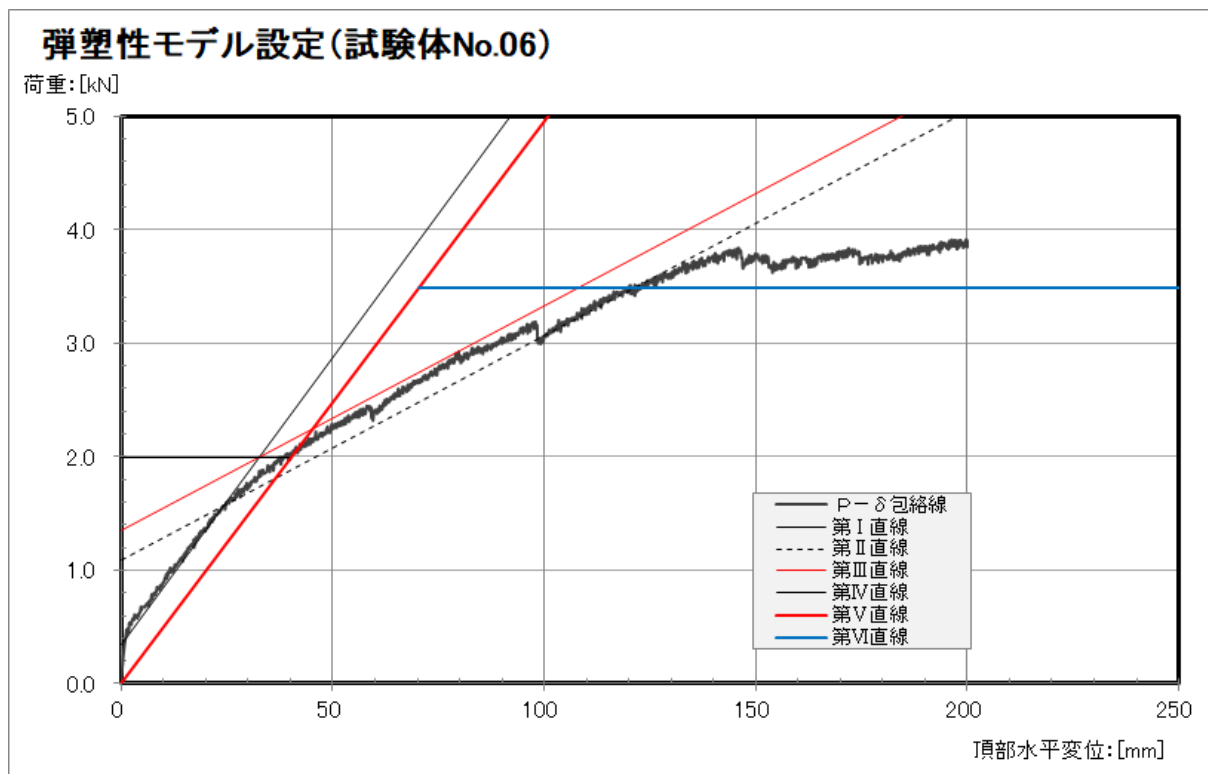
< 試験体 No.4 >



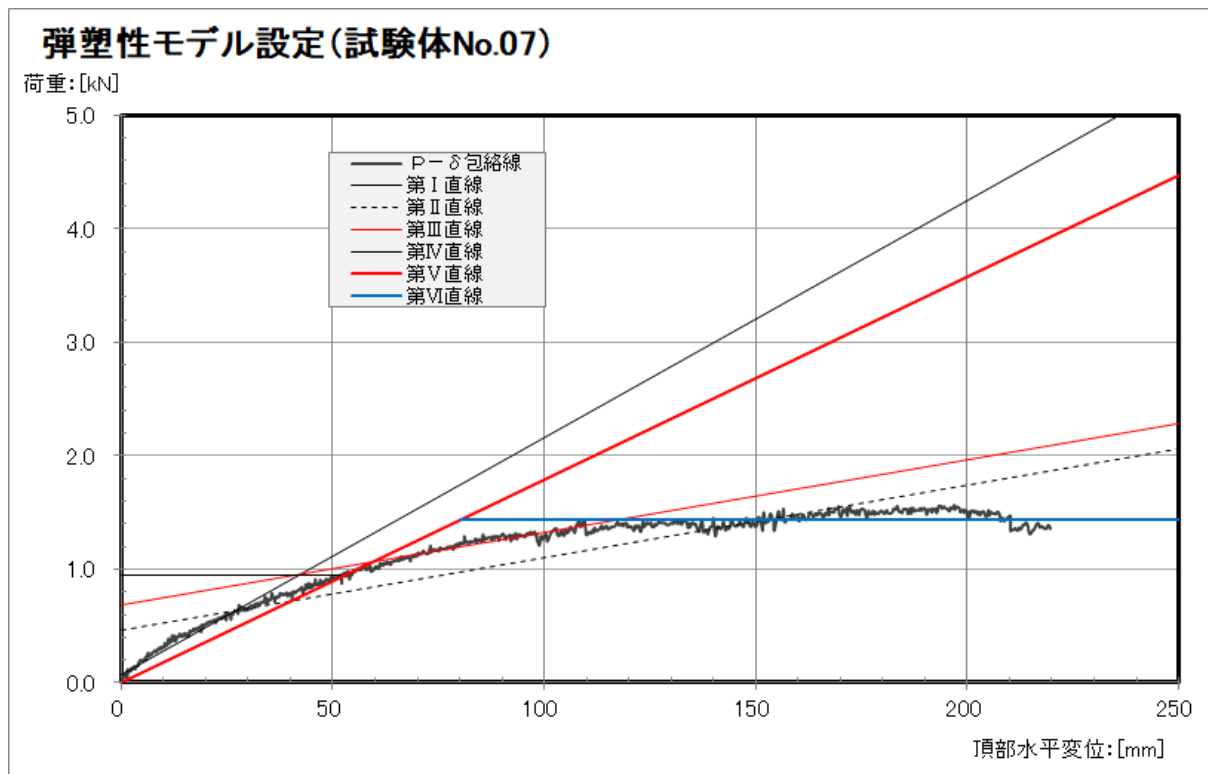
< 試験体 No.5 >



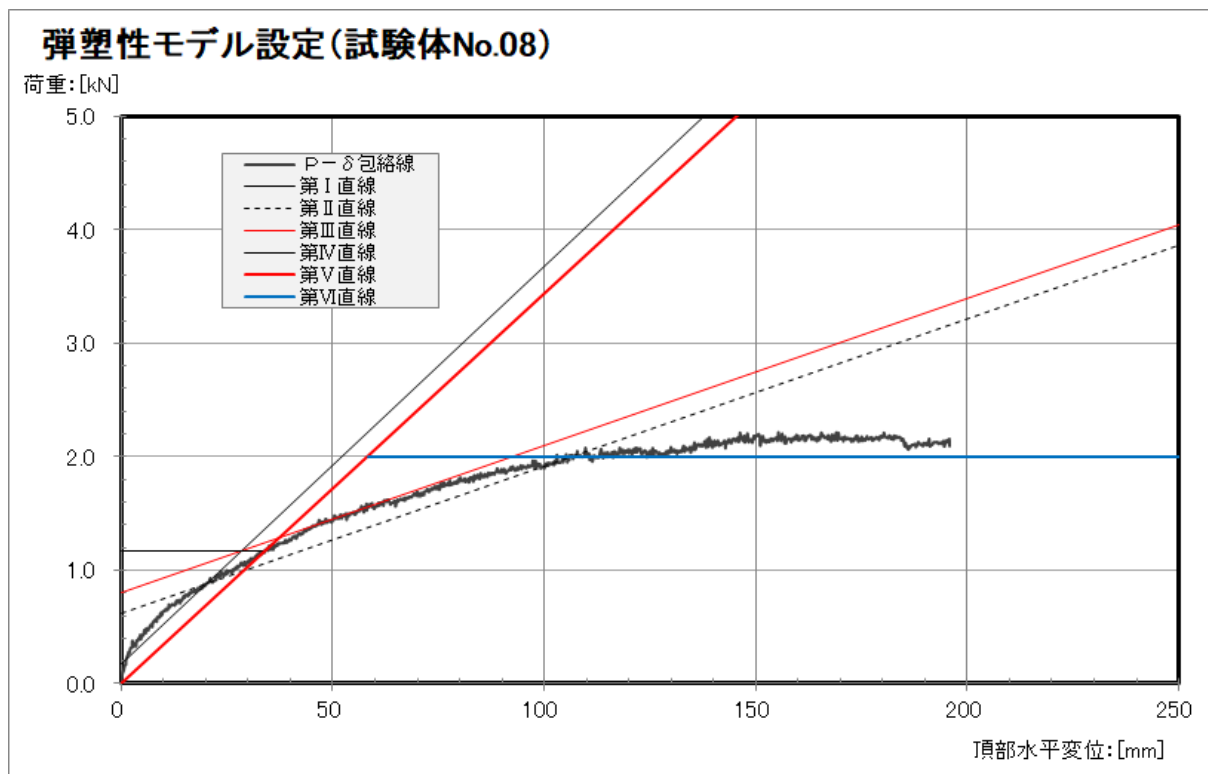
< 試験体 No.6 >



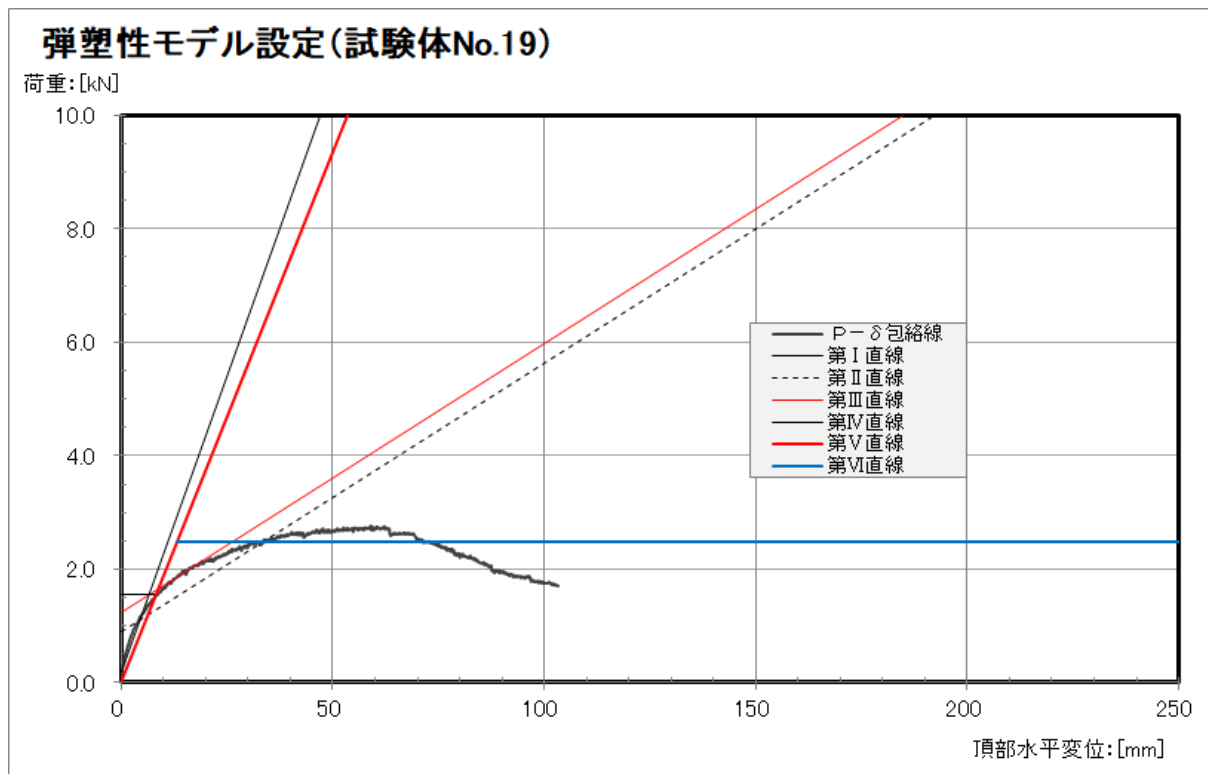
< 試験体 No.7 >



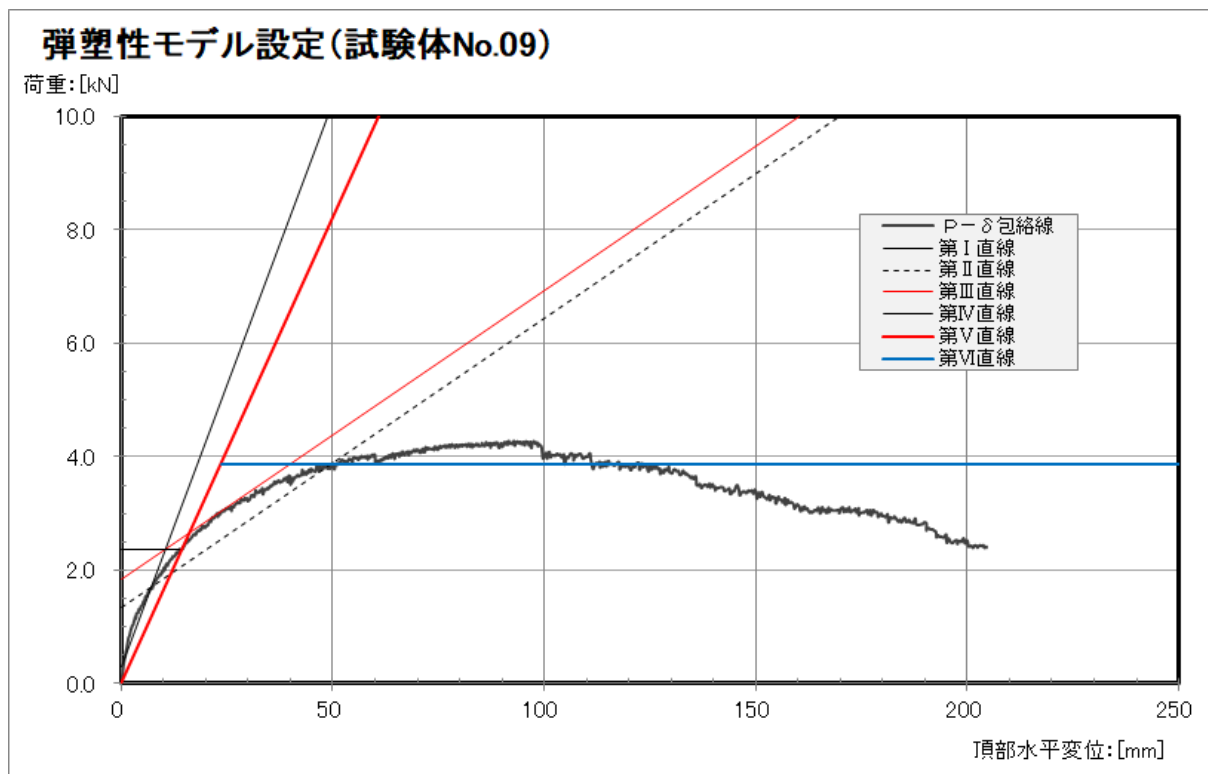
< 試験体 No.8 >



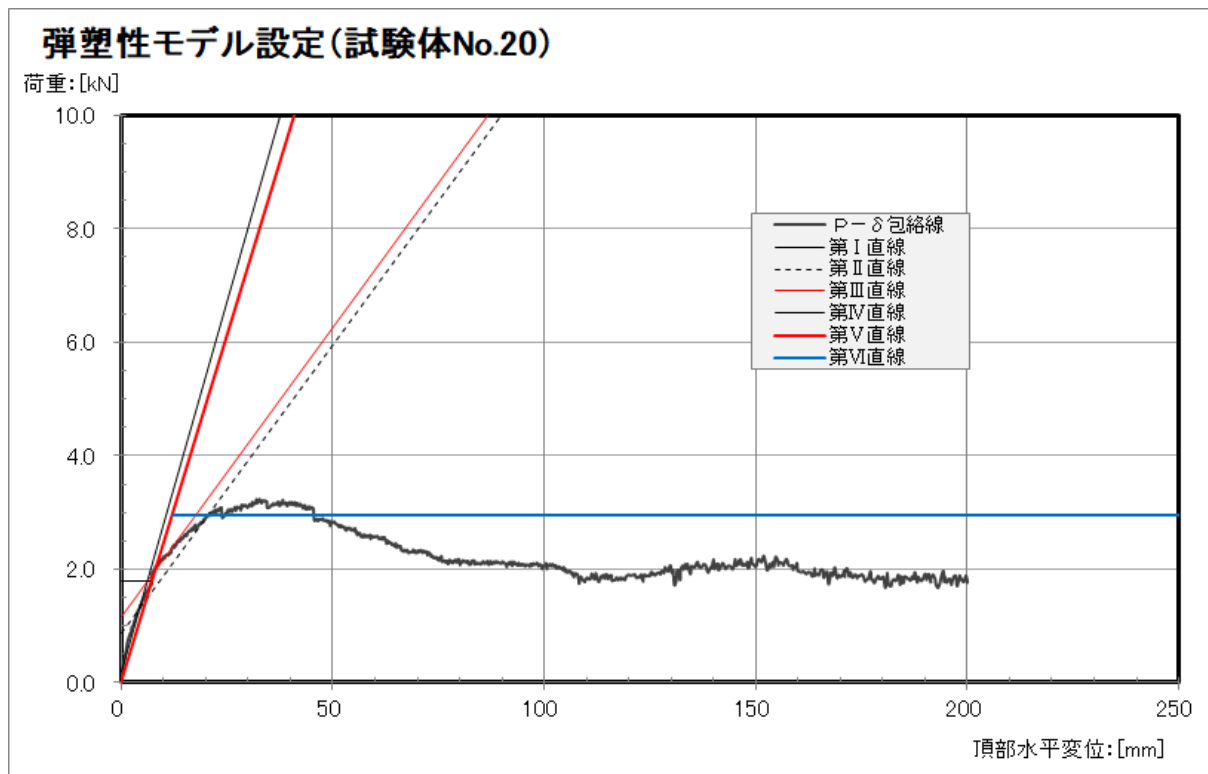
< 試験体 No.19 >



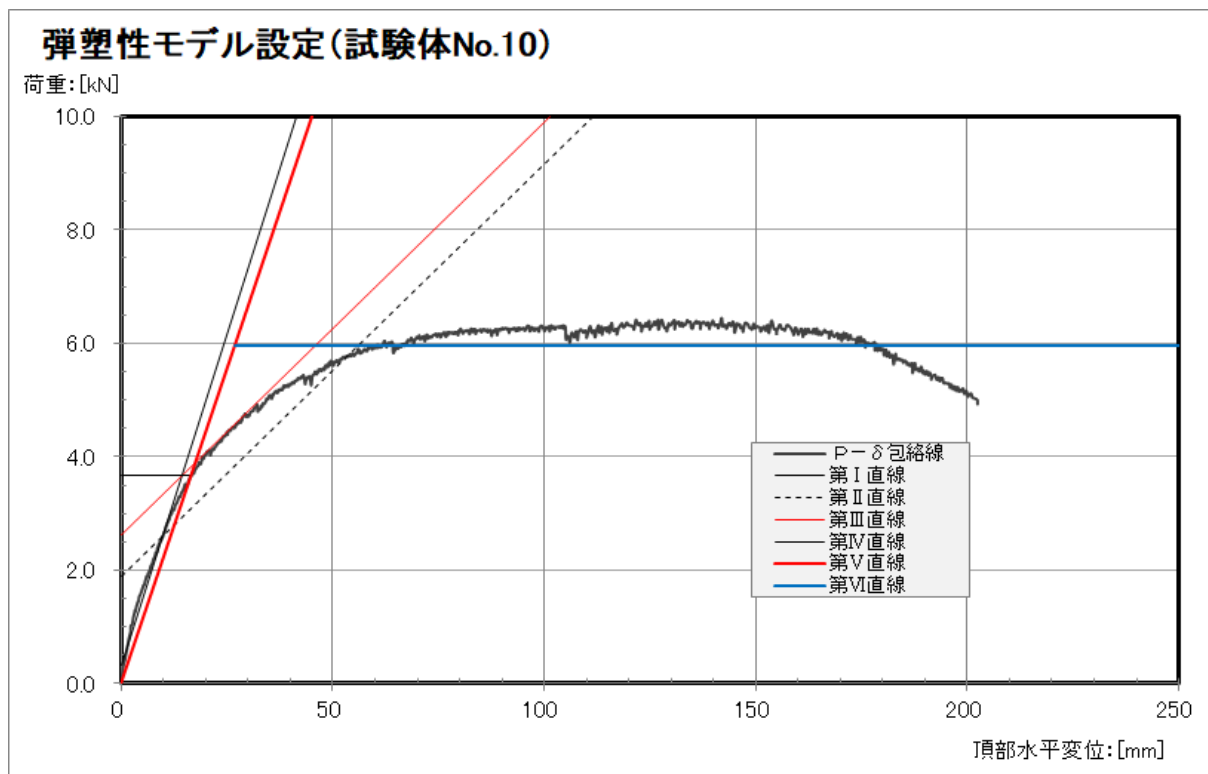
< 試験体 No.9 >



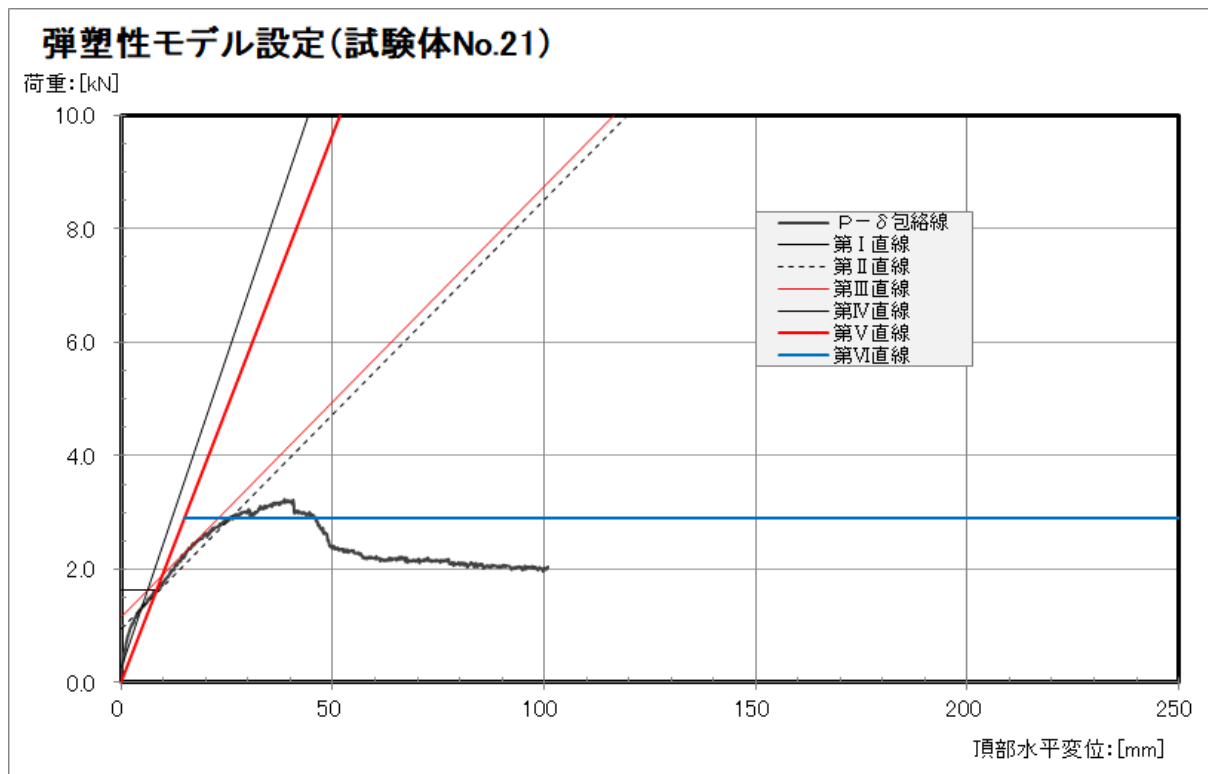
< 試験体 No.20 >



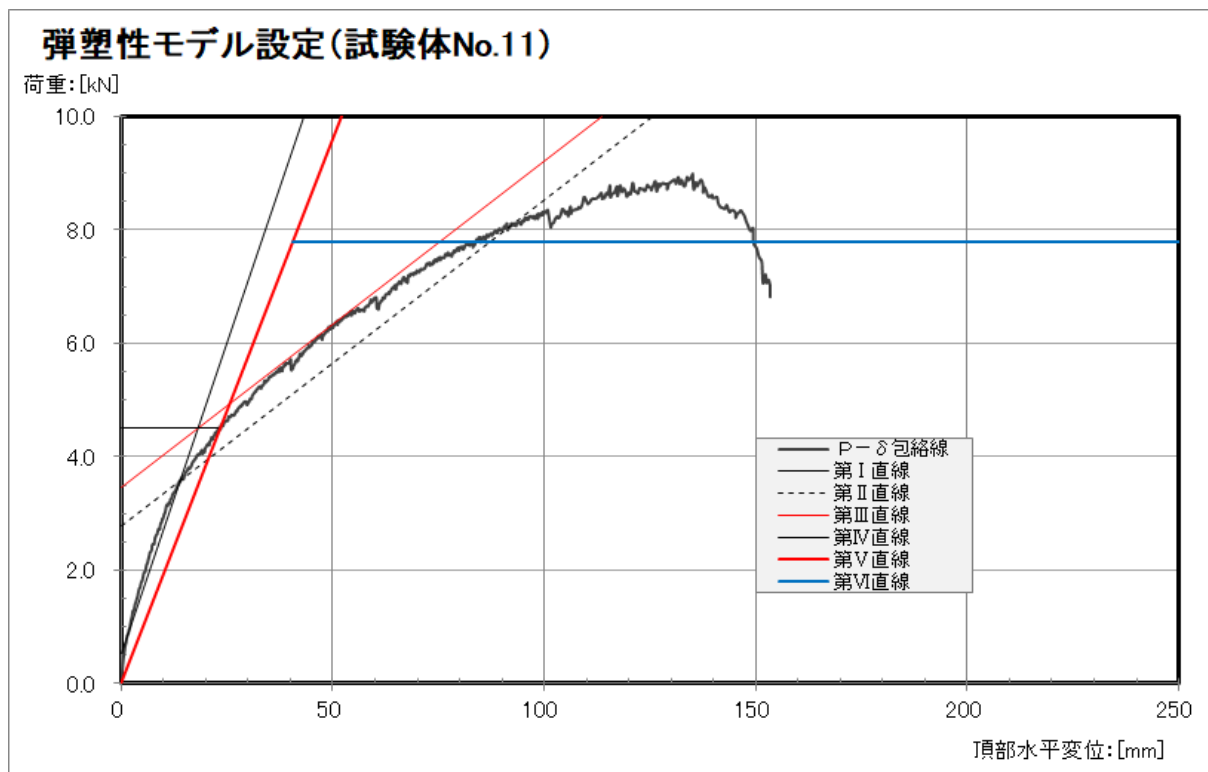
< 試験体 No.10 >



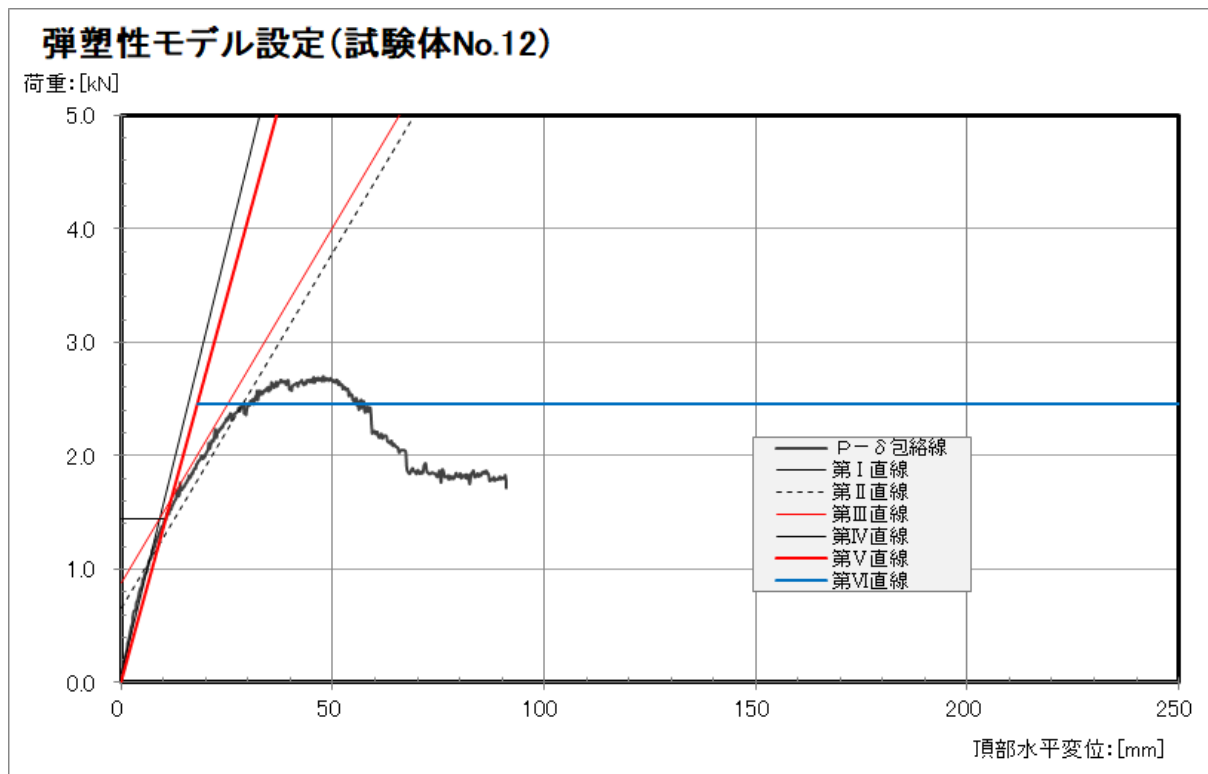
< 試験体 No.21 >



< 試験体 No.11 >



< 試験体 No.12 >



< 試験体 No.13 >

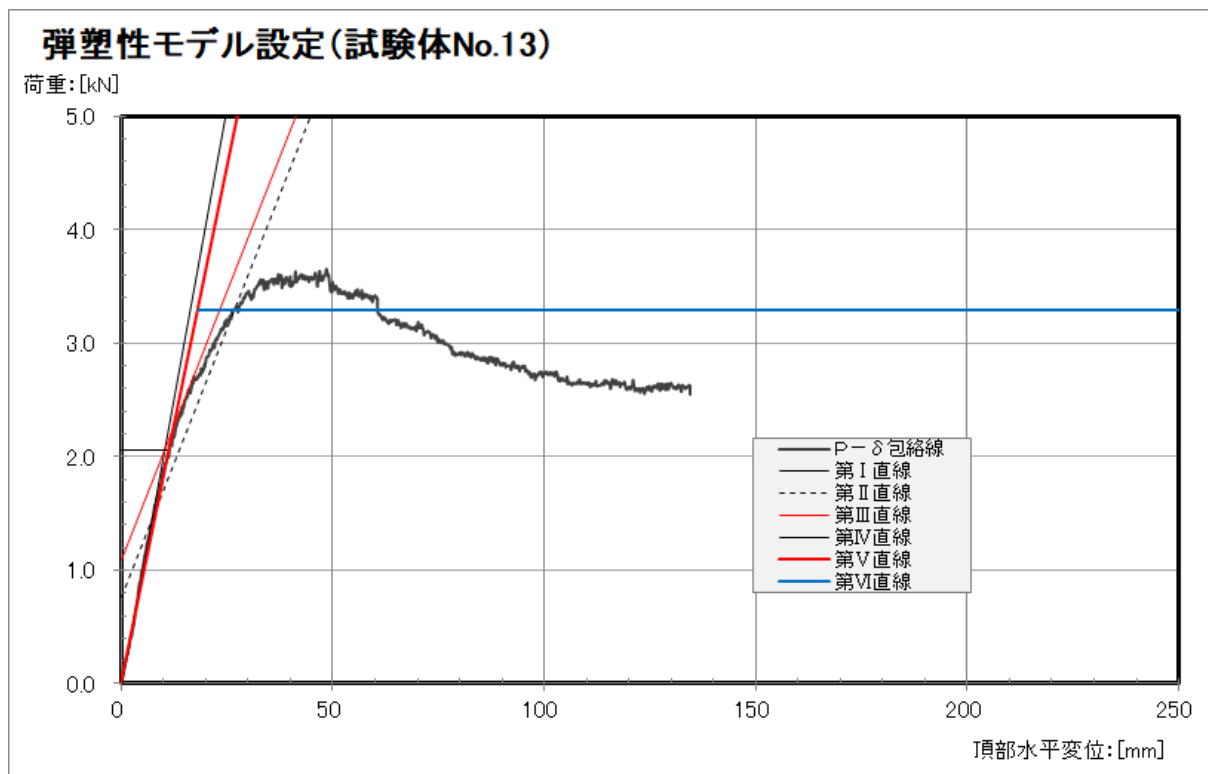


写真 1 各試験体の主要な破壊性状

<試験体 No.1>



かすがいの引き抜け
かすがいによる土台割裂

<試験体 No.2>



サイディングの割れ

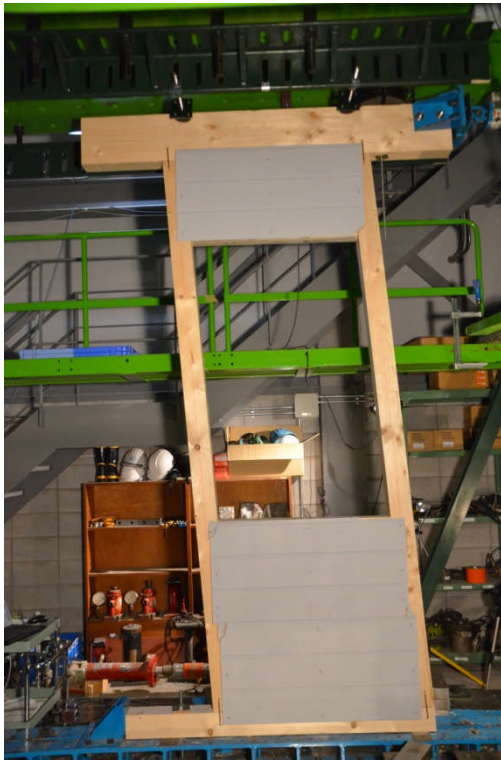


かすがいの引き抜き



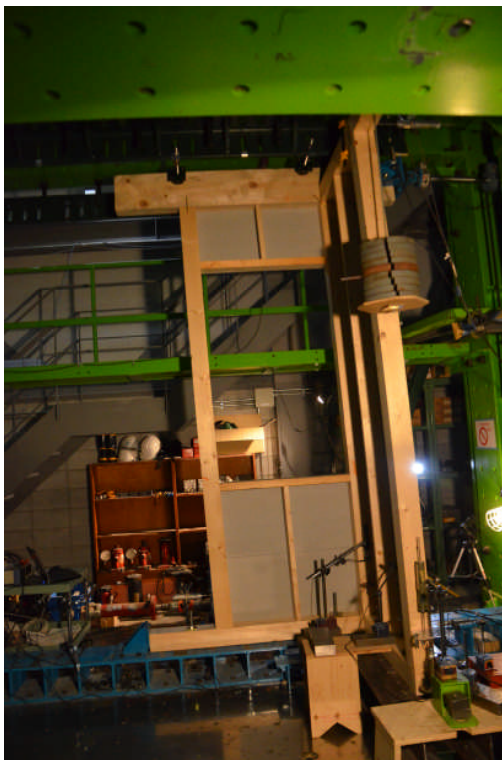
直交壁端柱脚の引き抜き

< 試験体 No.3 >

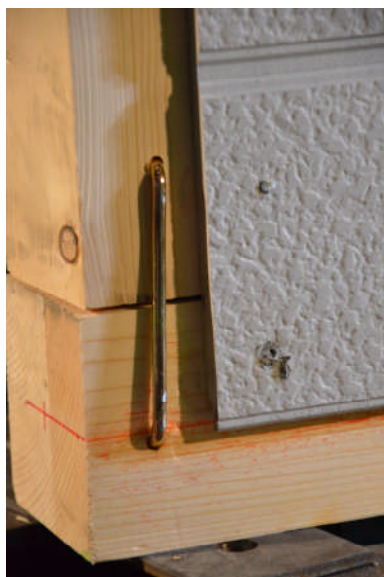


サイディングの割れ

< 試験体 No.4 >

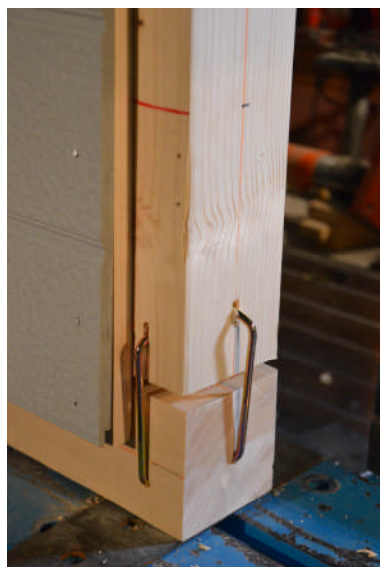
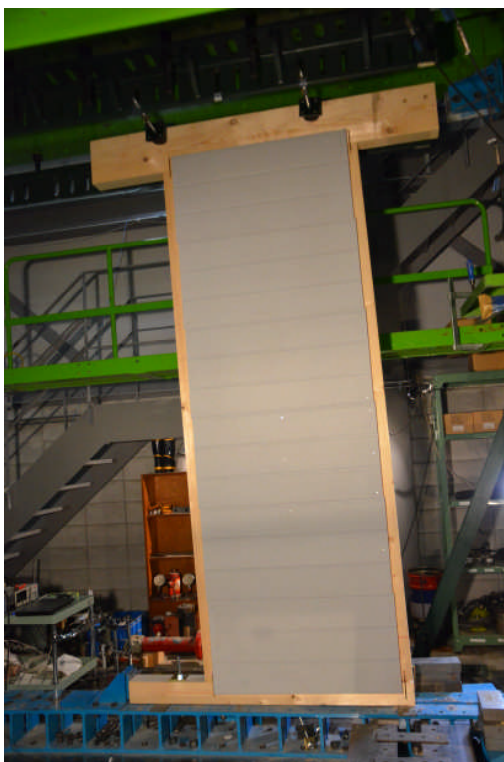


サイディングの割れ



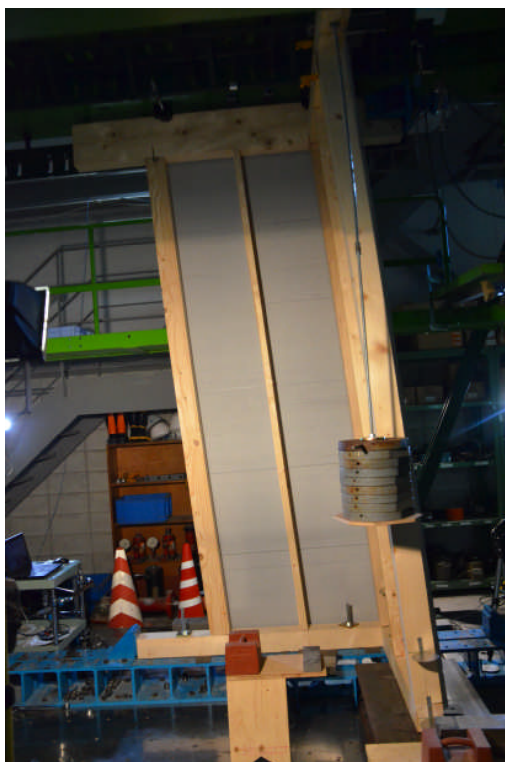
直交壁端柱脚の引き抜き

< 試験体 No.5 >



かすがいの引き抜け

< 試験体 No.6 >

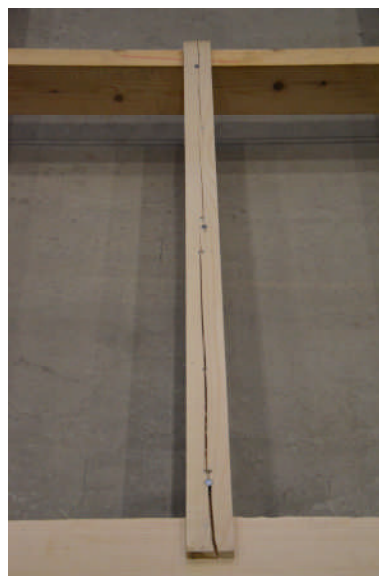


サイディングの割れ

< 試験体 No.7 >



サイディングの割れ



通気胴縁の割れ

< 試験体 No.8 >



サイディングの割れ



通気胴縁の割れ



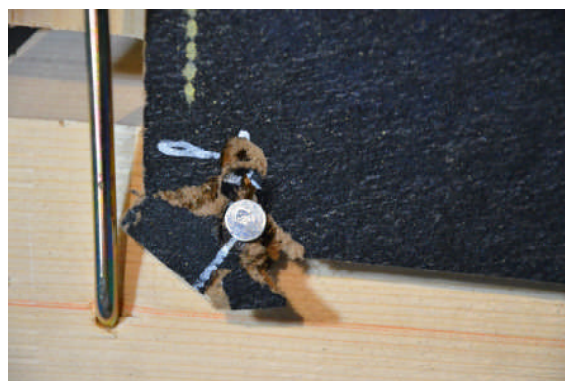
直交壁端柱脚の引き抜き



< 試験体 No.19 >

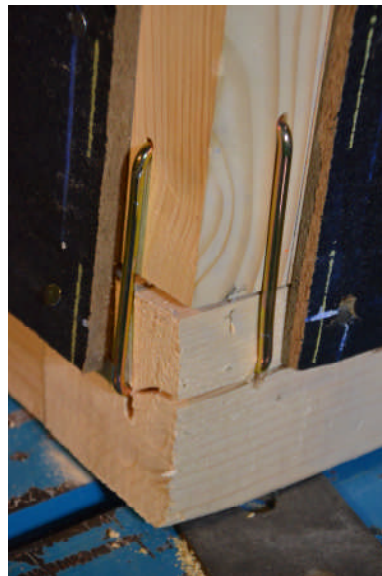


かすがいの引き抜け



S N釘の押し抜き

< 試験体 No.9 >

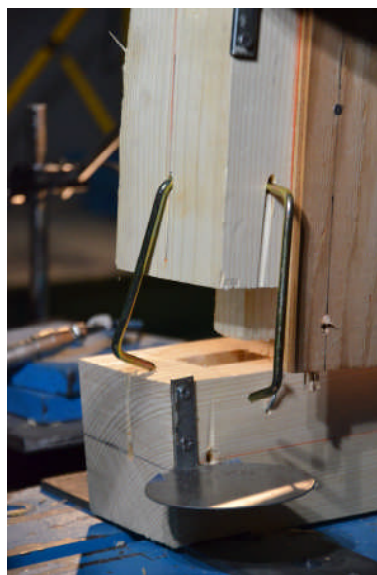


かすがいによる土台割裂



S N釘の引き抜き・めり込み

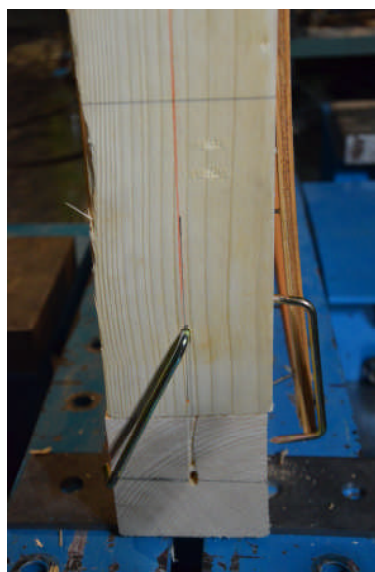
< 試験体 No.20 >



かすがいの引き抜け



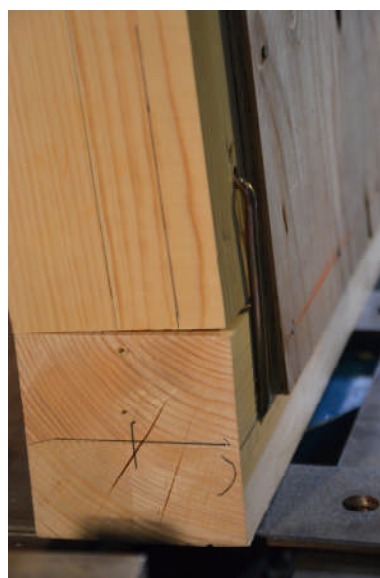
N釘の引き抜き・構造用合板の反り



< 試験体 No.10 >



N釘の引き抜き・めり込みによる
構造用合板の回転



直交壁端柱脚の引き抜き

< 試験体 No.21 >



かすがいの引き抜け



C N釘のめり込み



< 試験体 No.11 >



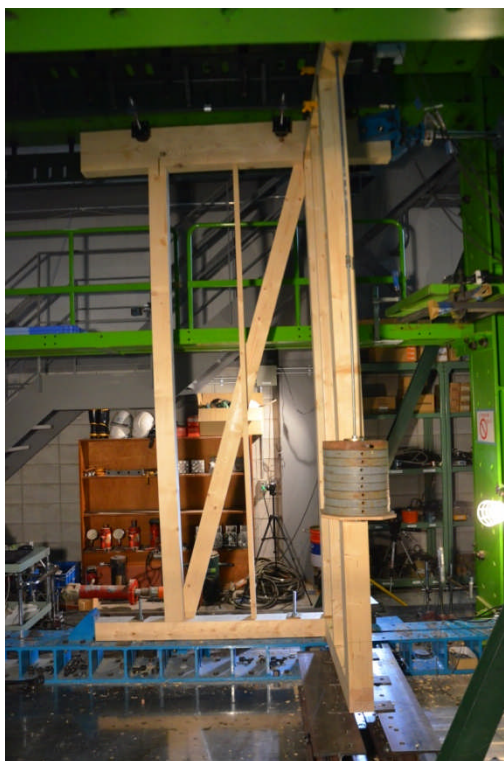
かすがいの引き抜け



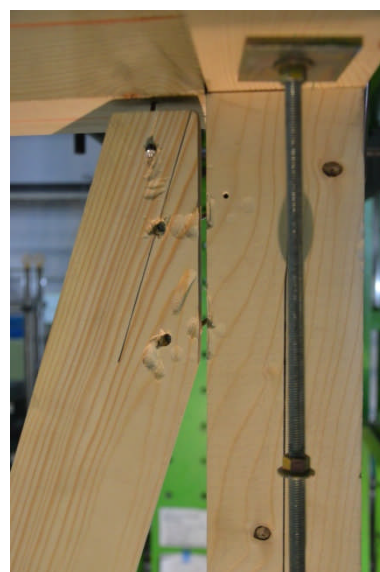
隅柱・直交壁端部柱の引き抜け



< 試験体 No.12 >

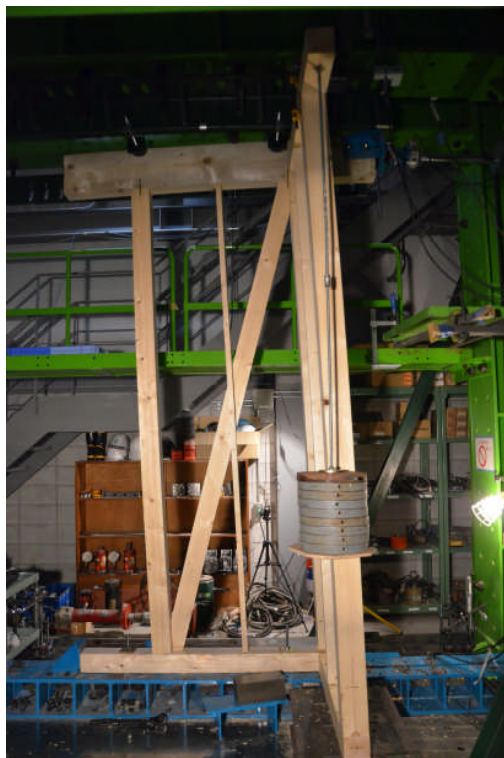


かすがいの引き抜け

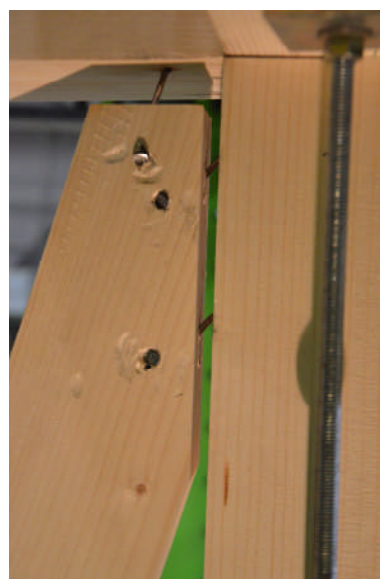


直交面筋かい頭部N釘の引き抜け

< 試験体 No.13 >



かすがいの引き抜け



直交面筋かい頭部N釘の引き抜け

多質点系振動モデルによる弾塑性地震応答解析計算出力

- N10 (N値10粘性土層、根入れ効果考慮、1階壁量不足、屋根積雪無し)
- N10FIX (N値10粘性土層、根入れ効果無し、1階壁量不足、屋根積雪無し)
- N10S (N値10粘性土層、根入れ効果考慮、1階壁量不足、屋根積雪有り)
- N10FIXS (N値10粘性土層、根入れ効果無し、1階壁量不足、屋根積雪有り)

- EN10 (N値10粘性土層、根入れ効果考慮、1階壁量充足、屋根積雪無し)
- EN10FIX (N値10粘性土層、根入れ効果無し、1階壁量充足、屋根積雪無し)
- EN10S (N値10粘性土層、根入れ効果考慮、1階壁量充足、屋根積雪有り)
- EN10FIXS (N値10粘性土層、根入れ効果無し、1階壁量充足、屋根積雪有り)

- N30 (N値30砂層、根入れ効果考慮、1階壁量不足、屋根積雪無し)
- N30FIX (N値30砂層、根入れ効果無し、1階壁量不足、屋根積雪無し)
- N30S (N値30砂層、根入れ効果考慮、1階壁量不足、屋根積雪有り)
- N30FIXS (N値30砂層、根入れ効果無し、1階壁量不足、屋根積雪有り)

- EN30 (N値30砂層、根入れ効果考慮、1階壁量不足、屋根積雪無し)
- EN30FIX (N値30砂層、根入れ効果無し、1階壁量不足、屋根積雪無し)
- EN30S (N値30砂層、根入れ効果考慮、1階壁量不足、屋根積雪有り)
- EN30FIXS (N値30砂層、根入れ効果無し、1階壁量不足、屋根積雪有り)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N10
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No 減衰定数
 1 0.0300

減衰係数 (kN・sec/cm)
 スウェイ 0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.30		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4550	0.1883
[刺激係数]		0.3901	-0.0642
[減衰定数]		0.0300	0.0725
[刺激関数]	2	1.2068	-0.2068
	1	0.8637	0.1363

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.4830	0.2013	0.1787
[刺激係数]		0.4695	0.3807	0.2845
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.4021	-0.9903	0.5883
	1	1.0484	0.4480	-0.4963
	スウェイ	0.1339	0.5068	0.3593

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	613.64 (32.7650)	585.15 (16.2350)	527.11 (33.0350)	516.13 (9.2800)
1	540.99 (33.3000)	495.79 (15.1550)	471.80 (34.9600)	455.64 (9.1850)
ｽｳｴｲ	990.98 (33.5750)	944.67 (18.9800)	986.70 (34.0200)	1065.27 (16.1050)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	24.03 (35.2050)	22.95 (15.3800)	15.18 (33.1000)	13.99 (9.3050)
1	23.43 (35.1900)	22.36 (15.3800)	13.77 (33.1150)	12.82 (36.5900)
ｽｳｴｲ	1.03 (33.5800)	1.14 (15.1400)	1.08 (34.0200)	1.10 (16.1100)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	2.15 (32.7750)	2.03 (16.2450)	1.81 (33.0450)	1.76 (9.2900)
1	23.22 (35.0150)	22.71 (15.4100)	13.83 (33.1250)	13.32 (36.6100)
ｽｳｴｲ	1.03 (33.5800)	1.14 (15.1400)	1.08 (34.0200)	1.10 (16.1100)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	30.44 (32.7750)	29.00 (16.2450)	26.19 (33.0450)	25.62 (9.2900)
1	56.79 (33.3000)	56.54 (15.1550)	56.85 (32.9650)	56.80 (6.2000)
ｽｳｴｲ	285.86 (33.5800)	317.86 (15.1400)	300.50 (34.0200)	307.29 (16.1100)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	82.18	(32.7750)	78.30	(16.2450)	70.70	(33.0450)	69.19	(9.2900)
1	220.85	(32.7250)	207.50	(16.2250)	205.57	(35.0300)	214.24	(6.2300)
スウェイ	220.85	(32.7250)	207.50	(16.2250)	205.57	(35.0300)	214.24	(6.2300)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.6199	(32.7750)	0.5907	(16.2450)	0.5333	(33.0450)	0.5219	(9.2900)
1	0.3707	(33.3000)	0.3690	(15.1550)	0.3711	(32.9650)	0.3708	(6.2000)
スウェイ	0.6535	(33.5800)	0.7267	(15.1400)	0.6870	(34.0200)	0.7025	(16.1100)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	126(32.7750)	1/	133(16.2450)	1/	150(33.0450)	1/	153(9.2900)
1	1/	12(35.0150)	1/	12(15.4100)	1/	20(33.1250)	1/	20(36.6100)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	11.6623	(32.7750)	11.0313	(16.2450)	9.7928	(33.0450)	9.5459	(9.2900)
1	120.9813	(35.0150)	118.3006	(15.4100)	72.0607	(33.1250)	69.3650	(36.6100)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	6.33	(32.7750)	6.20	(16.2450)	5.95	(33.0450)	5.89	(9.2900)
2-2	24.10	(32.7750)	22.80	(16.2450)	20.24	(33.0450)	19.73	(9.2900)
1-1	30.10	(35.0150)	29.52	(15.4100)	19.58	(33.1250)	19.00	(36.6100)
1-2	42.76	(33.3000)	42.57	(16.1500)	42.85	(32.9650)	42.82	(6.2000)
スウェイ1	285.86	(33.5800)	317.86	(15.1400)	300.50	(34.0200)	307.29	(16.1100)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	11.6623	(32.7750)	11.0313	(16.2450)	9.7928	(33.0450)	9.5459	(9.2900)
2-2	0.2430	(32.7750)	0.2298	(16.2450)	0.2040	(33.0450)	0.1989	(9.2900)
1-1	120.9813	(35.0150)	118.3006	(15.4100)	72.0607	(33.1250)	69.3650	(36.6100)
1-2	2.6243	(35.0150)	2.5661	(15.4100)	1.5631	(33.1250)	1.5046	(36.6100)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N10FIX
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4550	0.1883
[刺激係数]		0.3901	-0.0642
[減衰定数]		0.0300	0.0725
[刺激関数]	2	1.2068	-0.2068
	1	0.8637	0.1363

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	595.40 (33.3600)	567.46 (16.2300)	515.16 (35.0100)	531.76 (35.6200)
1	517.75 (33.2850)	476.50 (15.1450)	442.74 (34.9250)	457.53 (9.1800)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	24.08 (35.0150)	21.59 (15.3650)	13.46 (33.0850)	14.08 (9.3000)
1	23.53 (35.0200)	20.89 (15.3750)	12.15 (33.0950)	13.16 (36.5750)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	2.07 (33.3750)	1.96 (16.2450)	1.75 (35.0200)	1.82 (35.6300)
1	23.53 (35.0200)	20.89 (15.3750)	12.15 (33.0950)	13.16 (36.5750)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	29.47 (33.3750)	28.13 (16.2450)	25.54 (35.0200)	26.37 (35.6300)
1	56.59 (32.7250)	56.67 (15.1450)	56.69 (32.9500)	56.70 (6.1600)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	79.56 (33.3750)	75.96 (16.2450)	68.97 (35.0200)	71.20 (35.6300)
1	219.93 (32.7250)	206.33 (16.2200)	213.17 (33.5250)	216.76 (35.6000)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.6002	(33.3750)	0.5730	(16.2450)	0.5202	(35.0200)	0.5371	(35.6300)
1	0.3694	(32.7250)	0.3699	(15.1450)	0.3701	(32.9500)	0.3701	(6.1600)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	130(33.3750)	1/	138(16.2450)	1/	154(35.0200)	1/	148(35.6300)
1	1/	11(35.0200)	1/	13(15.3750)	1/	22(33.0950)	1/	21(36.5750)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	11.2366	(33.3750)	10.6490	(16.2450)	9.5101	(35.0200)	9.8739	(35.6300)
1	127.6060	(35.0200)	113.3203	(15.3750)	65.8976	(33.0950)	71.3604	(36.5750)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	6.24	(33.3750)	6.12	(16.2450)	5.89	(35.0200)	5.96	(35.6300)
2-2	23.22	(33.3750)	22.01	(16.2450)	19.66	(35.0200)	20.41	(35.6300)
1-1	30.27	(35.0200)	27.32	(15.3750)	17.53	(33.0950)	18.66	(36.5750)
1-2	42.71	(32.7250)	42.82	(15.1450)	42.86	(32.9500)	42.87	(6.1600)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	11.2366	(33.3750)	10.6490	(16.2450)	9.5101	(35.0200)	9.8739	(35.6300)
2-2	0.2341	(33.3750)	0.2219	(16.2450)	0.1981	(35.0200)	0.2057	(35.6300)
1-1	127.6060	(35.0200)	113.3203	(15.3750)	65.8976	(33.0950)	71.3604	(36.5750)
1-2	2.6586	(35.0200)	2.3609	(15.3750)	1.3729	(33.0950)	1.4867	(36.5750)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N10S
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No	減衰定数
1	0.0300

	減衰係数 (kN・sec/cm)
スウェイ	0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.6021	0.2223
[刺激係数]		0.4646	0.1125
[減衰定数]		0.0300	0.0813
[刺激関数]	2	1.1578	-0.1578
	1	0.6992	0.3008

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.6300	0.2336	0.1843
[刺激係数]		0.5185	0.2949	0.4033
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.2681	-0.4225	0.1544
	1	0.8093	0.6888	-0.4980
	スウェイ	0.0960	0.2258	0.6782

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	378.49	(32.8350)	361.10	(16.3400)	300.56	(33.1150)	392.41	(35.7100)
1	494.97	(33.3050)	368.16	(15.1950)	322.31	(43.2750)	419.18	(35.5850)
ｽｳｪｲ	910.59	(33.5700)	1083.71	(15.4300)	899.71	(34.0150)	1031.68	(16.1050)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	29.19	(35.2850)	19.91	(15.3900)	15.56	(33.1500)	18.05	(9.3300)
1	25.21	(35.2850)	15.14	(15.4050)	12.24	(42.6150)	13.68	(39.0250)
ｽｳｪｲ	0.94	(33.5750)	1.15	(15.1350)	0.97	(34.0200)	1.08	(16.1100)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	5.71	(32.8850)	5.15	(16.3850)	3.42	(33.1600)	5.84	(35.7550)
1	25.52	(35.3050)	16.01	(15.4250)	12.62	(33.1650)	13.93	(26.2600)
ｽｳｪｲ	0.94	(33.5750)	1.15	(15.1350)	0.97	(34.0200)	1.08	(16.1100)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	44.75	(32.8850)	42.61	(16.3850)	36.01	(33.1600)	45.24	(35.7550)
1	56.63	(32.7700)	56.55	(16.2500)	56.37	(33.0350)	56.69	(9.1850)
ｽｳｪｲ	261.88	(33.5750)	321.81	(15.1350)	269.22	(34.0200)	299.95	(16.1100)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	120.83	(32.8850)	115.03	(16.3850)	97.23	(33.1600)	122.16	(35.7550)
1	255.99	(32.8600)	247.40	(16.3550)	241.95	(43.1000)	255.31	(9.2550)
スウェイ	255.99	(32.8600)	247.40	(16.3550)	241.95	(43.1000)	255.31	(9.2550)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.3736	(32.8850)	0.3556	(16.3850)	0.3006	(33.1600)	0.3777	(35.7550)
1	0.2529	(32.7700)	0.2526	(16.2500)	0.2518	(33.0350)	0.2532	(9.1850)
スウェイ	0.5154	(33.5750)	0.6334	(15.1350)	0.5299	(34.0200)	0.5903	(16.1100)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	47(32.8850)	1/	52(16.3850)	1/	79(33.1600)	1/	46(35.7550)
1	1/	11(35.3050)	1/	17(15.4250)	1/	21(33.1650)	1/	19(26.2600)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	30.9840	(32.8850)	27.9282	(16.3850)	18.5412	(33.1600)	31.6827	(35.7550)
1	138.4287	(35.3050)	86.8551	(15.4250)	68.4265	(33.1650)	75.5727	(26.2600)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	10.32	(32.8850)	9.69	(16.3850)	7.75	(33.1600)	10.47	(35.7550)
2-2	34.43	(32.8850)	32.91	(16.3850)	28.26	(33.1600)	34.78	(35.7550)
1-1	32.51	(35.3050)	21.86	(15.4250)	18.05	(33.1650)	19.53	(26.2600)
1-2	42.76	(32.7700)	42.65	(16.2500)	42.64	(33.0350)	42.85	(9.1850)
スウェイ1	261.88	(33.5750)	321.81	(15.1350)	269.22	(34.0200)	299.95	(16.1100)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	30.9840	(32.8850)	27.9282	(16.3850)	18.5412	(33.1600)	31.6827	(35.7550)
2-2	0.6455	(32.8850)	0.5819	(16.3850)	0.3863	(33.1600)	0.6601	(35.7550)
1-1	138.4287	(35.3050)	86.8551	(15.4250)	68.4265	(33.1650)	75.5727	(26.2600)
1-2	2.8840	(35.3050)	1.8095	(15.4250)	1.4256	(33.1650)	1.5745	(26.2600)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N10FIXS
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重1 (kN)	折れ点荷重2 (kN)	剛性低下率1	剛性低下率2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.6021	0.2223
[刺激係数]		0.4646	0.1125
[減衰定数]		0.0300	0.0813
[刺激関数]	2	1.1578	-0.1578
	1	0.6992	0.3008

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	371.54 (33.4300)	351.03 (16.3550)	300.40 (33.1000)	396.25 (35.6850)
1	428.12 (33.2850)	397.55 (16.2100)	292.14 (33.0350)	434.86 (35.5500)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	29.62 (35.2800)	20.83 (15.3900)	15.49 (33.1450)	17.19 (9.3300)
1	25.76 (35.2850)	16.31 (15.4150)	12.07 (33.1450)	12.67 (26.2100)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	5.42 (33.4800)	4.90 (16.4050)	3.41 (33.1450)	6.03 (35.7350)
1	25.76 (35.2850)	16.31 (15.4150)	12.07 (33.1450)	12.67 (26.2100)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	43.63 (33.4800)	41.65 (16.4050)	36.00 (33.1450)	45.96 (35.7350)
1	56.42 (32.7700)	56.44 (16.2500)	56.65 (33.0300)	56.60 (9.1850)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	117.80 (33.4800)	112.45 (16.4050)	97.19 (33.1450)	124.09 (35.7350)
1	253.67 (32.7750)	252.06 (16.3950)	241.33 (33.0300)	254.34 (9.2450)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.3642	(33.4800)	0.3476	(16.4050)	0.3005	(33.1450)	0.3836	(35.7350)
1	0.2520	(32.7700)	0.2521	(16.2500)	0.2530	(33.0300)	0.2528	(9.1850)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	50(33.4800)	1/	55(16.4050)	1/	79(33.1450)	1/	45(35.7350)
1	1/	10(35.2850)	1/	17(15.4150)	1/	22(33.1450)	1/	21(26.2100)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	29.3841	(33.4800)	26.5646	(16.4050)	18.5214	(33.1450)	32.7041	(35.7350)
1	139.7008	(35.2850)	88.4545	(15.4150)	65.4712	(33.1450)	68.6960	(26.2100)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	9.99	(33.4800)	9.41	(16.4050)	7.75	(33.1450)	10.68	(35.7350)
2-2	33.64	(33.4800)	32.24	(16.4050)	28.25	(33.1450)	35.28	(35.7350)
1-1	32.77	(35.2850)	22.19	(15.4150)	17.44	(33.1450)	18.11	(26.2100)
1-2	42.67	(32.7700)	42.69	(16.2500)	42.83	(33.0300)	42.80	(9.1850)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	29.3841	(33.4800)	26.5646	(16.4050)	18.5214	(33.1450)	32.7041	(35.7350)
2-2	0.6122	(33.4800)	0.5534	(16.4050)	0.3859	(33.1450)	0.6814	(35.7350)
1-1	139.7008	(35.2850)	88.4545	(15.4150)	65.4712	(33.1450)	68.6960	(26.2100)
1-2	2.9105	(35.2850)	1.8429	(15.4150)	1.3640	(33.1450)	1.4312	(26.2100)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN10
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No	減衰定数
1	0.0300

	減衰係数 (kN・sec/cm)
スウェイ	0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4034	0.1840
[刺激係数]		0.3858	0.0863
[減衰定数]		0.0300	0.0658
[刺激関数]	2	1.2626	-0.2626
	1	0.8060	0.1940

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.4358	0.2013	0.1715
[刺激係数]		0.4867	0.3750	-0.2623
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.5043	-0.9903	0.4861
	1	1.0380	0.4483	-0.4863
	スウェイ	0.1768	0.4917	0.3315

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	749.17	(33.3450)	655.47	(15.1700)	648.06	(33.4150)	660.33	(9.2850)
1	644.46	(33.2600)	568.96	(17.6250)	580.90	(33.3500)	569.76	(9.2050)
ｽｳｪｲ	1100.04	(33.5750)	1054.87	(15.4350)	900.20	(35.5400)	1045.18	(16.1050)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	22.86	(35.8450)	14.84	(15.2600)	15.11	(33.4500)	13.91	(9.2950)
1	20.85	(35.8450)	12.83	(15.2850)	12.89	(33.4650)	11.73	(31.6850)
ｽｳｪｲ	1.17	(33.5800)	1.28	(15.1400)	0.99	(34.0250)	1.08	(16.1100)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	3.53	(33.3750)	2.41	(15.2050)	2.30	(33.4300)	2.43	(9.3150)
1	21.29	(35.8500)	13.30	(15.2650)	13.33	(33.4650)	11.93	(31.6850)
ｽｳｪｲ	1.17	(33.5800)	1.28	(15.1400)	0.99	(34.0250)	1.08	(16.1100)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N10 (JMA神戸NS位相)		N10 (八戸EW位相)		N10 (乱数位相)	
2	36.45	(33.3750)	32.18	(15.2050)	31.77	(33.4300)	32.23	(9.3150)
1	75.22	(33.2700)	75.29	(15.1650)	75.37	(32.9650)	75.58	(6.1150)
ｽｳｪｲ	325.66	(33.5800)	355.86	(15.1400)	275.74	(34.0250)	299.89	(16.1100)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	98.41	(33.3750)	86.88	(15.2050)	85.77	(33.4300)	87.03	(9.3150)
1	291.62	(32.7200)	288.31	(15.1650)	283.17	(32.9650)	282.12	(6.1550)
スウェイ	291.62	(32.7200)	288.31	(15.1650)	283.17	(32.9650)	282.12	(6.1550)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.7424	(33.3750)	0.6553	(15.2050)	0.6470	(33.4300)	0.6564	(9.3150)
1	0.4910	(33.2700)	0.4914	(15.1650)	0.4920	(32.9650)	0.4934	(6.1150)
スウェイ	0.7445	(33.5800)	0.8136	(15.1400)	0.6304	(34.0250)	0.6856	(16.1100)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	76(33.3750)	1/	112(15.2050)	1/	117(33.4300)	1/	111(9.3150)
1	1/	13(35.8500)	1/	20(15.2650)	1/	20(33.4650)	1/	23(31.6850)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	19.1668	(33.3750)	13.0854	(15.2050)	12.5014	(33.4300)	13.1626	(9.3150)
1	115.6305	(35.8500)	72.2240	(15.2650)	72.3690	(33.4650)	64.7675	(31.6850)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	7.88	(33.3750)	6.63	(15.2050)	6.51	(33.4300)	6.64	(9.3150)
2-2	28.57	(33.3750)	25.55	(15.2050)	25.26	(33.4300)	25.59	(9.3150)
1-1	37.02	(35.8500)	25.09	(15.2650)	25.13	(33.4650)	23.04	(31.6850)
1-2	56.63	(32.7150)	56.94	(15.1650)	56.99	(32.9600)	57.14	(6.1150)
スウェイ1	325.66	(33.5800)	355.86	(15.1400)	275.74	(34.0250)	299.89	(16.1100)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	19.1668	(33.3750)	13.0854	(15.2050)	12.5014	(33.4300)	13.1626	(9.3150)
2-2	0.3993	(33.3750)	0.2726	(15.2050)	0.2605	(33.4300)	0.2742	(9.3150)
1-1	115.6305	(35.8500)	72.2240	(15.2650)	72.3690	(33.4650)	64.7675	(31.6850)
1-2	2.4061	(35.8500)	1.5029	(15.2650)	1.5059	(33.4650)	1.3477	(31.6850)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN10FIX
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重1 (kN)	折れ点荷重2 (kN)	剛性低下率1	剛性低下率2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4034	0.1840
[刺激係数]		0.3858	0.0863
[減衰定数]		0.0300	0.0658
[刺激関数]	2	1.2626	-0.2626
	1	0.8060	0.1940

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	702.21 (32.7350)	646.25 (15.1750)	648.33 (33.3900)	661.98 (9.2900)
1	642.72 (33.7350)	469.04 (15.1900)	585.83 (33.3350)	657.17 (31.6200)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	22.75 (35.8450)	12.18 (15.2400)	14.67 (33.4300)	13.70 (31.6850)
1	21.03 (35.8500)	10.04 (15.2550)	12.45 (33.4400)	11.92 (31.6750)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	3.03 (32.7700)	2.33 (15.2050)	2.31 (33.4100)	2.44 (9.3100)
1	21.03 (35.8500)	10.04 (15.2550)	12.45 (33.4400)	11.92 (31.6750)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	34.52 (32.7700)	31.85 (15.2050)	31.80 (33.4100)	32.29 (9.3100)
1	75.40 (33.2350)	75.36 (15.1850)	75.41 (33.3300)	75.50 (6.1100)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	93.21 (32.7700)	85.99 (15.2050)	85.86 (33.4100)	87.19 (9.3100)
1	292.49 (32.7200)	289.16 (15.1850)	273.41 (32.9750)	288.71 (6.1100)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.7031	(32.7700)	0.6487	(15.2050)	0.6477	(33.4100)	0.6577	(9.3100)
1	0.4922	(33.2350)	0.4919	(15.1850)	0.4922	(33.3300)	0.4928	(6.1100)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	89(32.7700)	1/	116(15.2050)	1/	117(33.4100)	1/	111(9.3100)
1	1/	13(35.8500)	1/	27(15.2550)	1/	22(33.4400)	1/	23(31.6750)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	16.4220	(32.7700)	12.6183	(15.2050)	12.5507	(33.4100)	13.2518	(9.3100)
1	114.1954	(35.8500)	54.5042	(15.2550)	67.6086	(33.4400)	64.7585	(31.6750)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	7.31	(32.7700)	6.53	(15.2050)	6.52	(33.4100)	6.66	(9.3100)
2-2	27.21	(32.7700)	25.32	(15.2050)	25.29	(33.4100)	25.63	(9.3100)
1-1	36.63	(35.8500)	20.21	(15.2550)	23.82	(33.4400)	23.03	(31.6750)
1-2	56.88	(33.2350)	56.99	(15.1850)	57.02	(33.3300)	57.02	(6.1100)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	16.4220	(32.7700)	12.6183	(15.2050)	12.5507	(33.4100)	13.2518	(9.3100)
2-2	0.3421	(32.7700)	0.2629	(15.2050)	0.2615	(33.4100)	0.2761	(9.3100)
1-1	114.1954	(35.8500)	54.5042	(15.2550)	67.6086	(33.4400)	64.7585	(31.6750)
1-2	2.3763	(35.8500)	1.1342	(15.2550)	1.4069	(33.4400)	1.3475	(31.6750)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN10S
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No	減衰定数
1	0.0300

	減衰係数 (kN・sec/cm)
スウェイ	0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.5478	0.2116
[刺激係数]		0.4569	0.1403
[減衰定数]		0.0300	0.0777
[刺激関数]	2	1.1754	-0.1754
	1	0.6130	0.3870

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.5781	0.2300	0.1767
[刺激係数]		0.5227	0.3507	0.3497
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.3105	-0.4590	0.1485
	1	0.7475	0.7869	-0.5343
	スウェイ	0.1158	0.3294	0.5548

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	525.81 (33.4050)	480.83 (15.3050)	504.80 (35.0000)	488.78 (9.2650)
1	652.41 (33.2700)	613.38 (16.1050)	550.72 (35.9950)	545.36 (31.7550)
ｽｳｴｲ	1003.53 (33.5800)	900.21 (18.9750)	941.52 (34.1250)	932.09 (16.1050)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	31.40 (35.2450)	24.03 (15.3700)	17.79 (33.1250)	15.93 (9.3100)
1	23.37 (35.2000)	15.20 (15.3800)	9.42 (33.1150)	7.75 (36.5700)
ｽｳｴｲ	1.05 (33.5850)	1.09 (15.1350)	1.03 (34.0250)	0.98 (24.4500)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	10.55 (33.4850)	8.93 (15.3500)	9.20 (35.0700)	9.47 (36.6700)
1	23.18 (35.2350)	15.59 (15.4100)	9.35 (33.1350)	7.86 (36.6000)
ｽｳｴｲ	1.05 (33.5850)	1.09 (15.1350)	1.03 (34.0250)	0.98 (24.4500)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	56.63 (32.8600)	56.67 (15.3350)	56.60 (35.0400)	56.59 (9.2750)
1	75.35 (32.7700)	75.56 (16.1650)	75.58 (33.0800)	70.57 (36.6000)
ｽｳｴｲ	291.19 (33.5850)	302.94 (15.1350)	286.11 (34.0250)	272.76 (24.4500)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	152.91	(32.8600)	153.01	(15.3350)	152.82	(35.0400)	152.78	(9.2750)
1	338.58	(32.8250)	325.48	(16.3050)	348.21	(33.1350)	325.06	(9.2750)
スウェイ	338.58	(32.8250)	325.48	(16.3050)	348.21	(33.1350)	325.06	(9.2750)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.4727	(32.8600)	0.4730	(15.3350)	0.4724	(35.0400)	0.4723	(9.2750)
1	0.3365	(32.7700)	0.3375	(16.1650)	0.3376	(33.0800)	0.3152	(36.6000)
スウェイ	0.5731	(33.5850)	0.5962	(15.1350)	0.5631	(34.0250)	0.5368	(24.4500)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	26(33.4850)	1/	30(15.3500)	1/	29(35.0700)	1/	29(36.6700)
1	1/	12(35.2350)	1/	17(15.4100)	1/	29(33.1350)	1/	34(36.6000)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	57.2160	(33.4850)	48.4146	(15.3500)	49.8945	(35.0700)	51.3520	(36.6700)
1	125.8874	(35.2350)	84.6711	(15.4100)	50.7922	(33.1350)	42.6920	(36.6000)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	15.74	(33.4850)	13.92	(15.3500)	14.23	(35.0700)	14.53	(36.6700)
2-2	42.82	(32.8600)	42.82	(15.3350)	42.79	(35.0400)	42.77	(9.2700)
1-1	39.84	(35.2350)	28.51	(15.4100)	19.19	(33.1350)	16.97	(36.6000)
1-2	56.81	(32.7700)	57.11	(16.1650)	57.14	(33.0800)	53.61	(36.6000)
スウェイ1	291.19	(33.5850)	302.94	(15.1350)	286.11	(34.0250)	272.76	(24.4500)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	57.2160	(33.4850)	48.4146	(15.3500)	49.8945	(35.0700)	51.3520	(36.6700)
2-2	1.1920	(33.4850)	1.0087	(15.3500)	1.0395	(35.0700)	1.0699	(36.6700)
1-1	125.8874	(35.2350)	84.6711	(15.4100)	50.7922	(33.1350)	42.6920	(36.6000)
1-2	2.6196	(35.2350)	1.7619	(15.4100)	1.0569	(33.1350)	0.8884	(36.6000)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN10FIXS
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重1 (kN)	折れ点荷重2 (kN)	剛性低下率1	剛性低下率2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.5478	0.2116
[刺激係数]		0.4569	0.1403
[減衰定数]		0.0300	0.0777
[刺激関数]	2	1.1754	-0.1754
	1	0.6130	0.3870

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	595.02	541.97
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N10 (乱数位相)
地震波名	: N10 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 483.75
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	541.91 (35.8550)	474.37 (15.3050)	490.99 (34.9950)	479.86 (35.6600)
1	577.81 (35.7800)	510.61 (16.0950)	477.62 (34.8600)	555.22 (31.3750)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	30.81 (35.2050)	23.45 (15.3650)	16.83 (33.1150)	14.94 (9.3050)
1	23.71 (35.0700)	14.81 (15.3750)	9.10 (33.1100)	6.66 (36.5750)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	10.70 (35.9300)	8.74 (15.3450)	8.70 (35.0500)	8.87 (9.3100)
1	23.71 (35.0700)	14.81 (15.3750)	9.10 (33.1100)	6.66 (36.5750)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	56.66 (35.8550)	56.29 (15.3450)	56.12 (35.0500)	56.70 (9.3000)
1	75.45 (32.7900)	75.56 (15.1900)	75.51 (33.0800)	64.47 (36.5750)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N10 (JMA神戸NS位相)	N10 (八戸EW位相)	N10 (乱数位相)
2	152.98 (35.8550)	151.99 (15.3450)	151.51 (35.0500)	153.09 (9.3000)
1	344.45 (32.8450)	321.29 (16.2700)	343.38 (33.0850)	318.99 (9.2950)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	0.4729	(35.8550)	0.4699	(15.3450)	0.4684	(35.0500)	0.4733	(9.3000)
1	0.3370	(32.7900)	0.3375	(15.1900)	0.3372	(33.0800)	0.2879	(36.5750)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	1/	25(35.9300)	1/	31(15.3450)	1/	31(35.0500)	1/	30(9.3100)
1	1/	11(35.0700)	1/	18(15.3750)	1/	30(33.1100)	1/	41(36.5750)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2	58.0471	(35.9300)	47.4112	(15.3450)	47.1601	(35.0500)	48.1076	(9.3100)
1	128.7652	(35.0700)	80.4122	(15.3750)	49.3959	(33.1100)	36.1675	(36.5750)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	15.91	(35.9300)	13.71	(15.3450)	13.66	(35.0500)	13.86	(9.3100)
2-2	42.84	(35.8550)	42.58	(15.3450)	42.45	(35.0500)	42.87	(9.3000)
1-1	40.64	(35.0700)	27.34	(15.3750)	18.81	(33.1100)	15.17	(36.5750)
1-2	56.98	(32.7850)	57.13	(15.1900)	57.09	(33.0800)	49.30	(36.5750)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N10(JMA神戸NS位相)		N10(八戸EW位相)		N10(乱数位相)	
2-1	58.0471	(35.9300)	47.4112	(15.3450)	47.1601	(35.0500)	48.1076	(9.3100)
2-2	1.2094	(35.9300)	0.9878	(15.3450)	0.9825	(35.0500)	1.0023	(9.3100)
1-1	128.7652	(35.0700)	80.4122	(15.3750)	49.3959	(33.1100)	36.1675	(36.5750)
1-2	2.6794	(35.0700)	1.6733	(15.3750)	1.0279	(33.1100)	0.7526	(36.5750)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N30
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No	減衰定数
1	0.0300

	減衰係数 (kN・sec/cm)
スウェイ	0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4550	0.1883
[刺激係数]		0.3901	-0.0642
[減衰定数]		0.0300	0.0725
[刺激関数]	2	1.2068	-0.2068
	1	0.8637	0.1363

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.4830	0.2013	0.1787
[刺激係数]		0.4695	0.3807	0.2845
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.4021	-0.9903	0.5883
	1	1.0484	0.4480	-0.4963
	スウェイ	0.1339	0.5068	0.3593

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	612.54 (32.7650)	558.26 (15.1600)	503.12 (34.1250)	533.67 (9.2550)
1	545.80 (33.3050)	411.68 (15.1150)	452.15 (34.0450)	400.40 (22.0000)
ｽｳｪｲ	988.70 (33.5750)	760.50 (18.9350)	671.29 (33.1350)	762.48 (26.3800)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	24.19 (35.2000)	16.84 (15.2750)	11.80 (35.4700)	11.38 (9.2600)
1	23.58 (35.1900)	15.80 (15.2900)	10.62 (35.4550)	9.72 (40.1950)
ｽｳｪｲ	1.02 (33.5800)	0.90 (15.1000)	0.78 (33.9850)	0.77 (13.8450)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	2.15 (32.7750)	1.93 (15.1750)	1.70 (34.1350)	1.83 (9.2650)
1	23.36 (35.2150)	15.52 (15.2600)	10.67 (35.4750)	9.81 (22.0300)
ｽｳｪｲ	1.02 (33.5800)	0.90 (15.1000)	0.78 (33.9850)	0.77 (13.8450)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	30.38 (32.7750)	27.73 (15.1750)	24.88 (34.1350)	26.51 (9.2650)
1	56.67 (33.3000)	56.24 (15.1100)	56.64 (32.9850)	56.66 (40.8750)
ｽｳｪｲ	284.93 (33.5800)	250.70 (15.1000)	218.68 (33.9850)	214.01 (13.8450)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	82.03	(32.7750)	74.86	(15.1750)	67.19	(34.1350)	71.58	(9.2650)
1	220.02	(32.7250)	223.52	(16.1550)	214.09	(33.4100)	219.54	(9.2650)
スウェイ	220.02	(32.7250)	223.52	(16.1550)	214.09	(33.4100)	219.54	(9.2650)

[最大層せん断力係数と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	0.6187	(32.7750)	0.5647	(15.1750)	0.5068	(34.1350)	0.5399	(9.2650)
1	0.3699	(33.3000)	0.3671	(15.1100)	0.3697	(32.9850)	0.3698	(40.8750)
スウェイ	0.6514	(33.5800)	0.5732	(15.1000)	0.4999	(33.9850)	0.4893	(13.8450)

[最大層間変形角 (rad) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	1/	126 (32.7750)	1/	140 (15.1750)	1/	159 (34.1350)	1/	147 (9.2650)
1	1/	12 (35.2150)	1/	17 (15.2600)	1/	25 (35.4750)	1/	28 (22.0300)

[最大塑性率 (積層ゴムを設定した質点は最大歪み) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	11.6378	(32.7750)	10.4706	(15.1750)	9.2204	(34.1350)	9.9351	(9.2650)
1	126.7066	(35.2150)	84.1600	(15.2600)	57.8487	(35.4750)	53.2085	(22.0300)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2-1	6.33	(32.7750)	6.09	(15.1750)	5.83	(34.1350)	5.98	(9.2650)
2-2	24.05	(32.7750)	21.64	(15.1750)	19.06	(34.1350)	20.53	(9.2650)
1-1	30.09	(35.2150)	21.30	(15.2600)	15.87	(35.4750)	14.91	(22.0300)
1-2	42.84	(33.3000)	42.54	(15.1100)	42.83	(32.9850)	42.81	(9.2100)
スウェイ1	284.93	(33.5800)	250.70	(15.1000)	218.68	(33.9850)	214.01	(13.8450)

[要素の最大塑性率 (積層ゴムを設定した要素は最大歪み) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2-1	11.6378	(32.7750)	10.4706	(15.1750)	9.2204	(34.1350)	9.9351	(9.2650)
2-2	0.2425	(32.7750)	0.2181	(15.1750)	0.1921	(34.1350)	0.2070	(9.2650)
1-1	126.7066	(35.2150)	84.1600	(15.2600)	57.8487	(35.4750)	53.2085	(22.0300)
1-2	2.6398	(35.2150)	1.7534	(15.2600)	1.2052	(35.4750)	1.1085	(22.0300)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N30FIX
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4550	0.1883
[刺激係数]		0.3901	-0.0642
[減衰定数]		0.0300	0.0725
[刺激関数]	2	1.2068	-0.2068
	1	0.8637	0.1363

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:	468.35	382.67
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	595.40 (33.3600)	543.74 (15.1500)	504.49 (35.4250)	519.01 (9.2400)
1	517.75 (33.2850)	383.21 (15.1100)	378.15 (35.3450)	390.63 (21.3550)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	24.08 (35.0150)	14.69 (15.2500)	10.10 (35.4200)	10.62 (9.2450)
1	23.53 (35.0200)	13.44 (15.2600)	8.50 (35.4000)	8.84 (9.2450)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	2.07 (33.3750)	1.87 (15.1600)	1.71 (35.4400)	1.77 (9.2500)
1	23.53 (35.0200)	13.44 (15.2600)	8.50 (35.4000)	8.84 (9.2450)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	29.47 (33.3750)	27.01 (15.1600)	25.04 (35.4400)	25.81 (9.2500)
1	56.59 (32.7250)	56.53 (15.1050)	55.36 (35.4000)	56.68 (9.2450)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	79.56 (33.3750)	72.94 (15.1600)	67.60 (35.4400)	69.68 (9.2500)
1	219.93 (32.7250)	214.07 (15.1100)	212.12 (35.4100)	222.62 (9.2450)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.6002	(33.3750)	0.5502	(15.1600)	0.5099	(35.4400)	0.5256	(9.2500)
1	0.3694	(32.7250)	0.3690	(15.1050)	0.3614	(35.4000)	0.3700	(9.2450)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	130(33.3750)	1/	144(15.1600)	1/	158(35.4400)	1/	152(9.2500)
1	1/	11(35.0200)	1/	20(15.2600)	1/	32(35.4000)	1/	31(9.2450)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	11.2366	(33.3750)	10.1569	(15.1600)	9.2868	(35.4400)	9.6268	(9.2500)
1	127.6060	(35.0200)	72.8963	(15.2600)	46.0862	(35.4000)	47.9682	(9.2450)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	6.24	(33.3750)	6.02	(15.1600)	5.84	(35.4400)	5.91	(9.2500)
2-2	23.22	(33.3750)	20.99	(15.1600)	19.19	(35.4400)	19.90	(9.2500)
1-1	30.27	(35.0200)	18.98	(15.2600)	13.44	(35.4000)	13.83	(9.2450)
1-2	42.71	(32.7250)	42.74	(15.1050)	41.92	(35.4000)	42.86	(9.2450)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	11.2366	(33.3750)	10.1569	(15.1600)	9.2868	(35.4400)	9.6268	(9.2500)
2-2	0.2341	(33.3750)	0.2116	(15.1600)	0.1935	(35.4400)	0.2006	(9.2500)
1-1	127.6060	(35.0200)	72.8963	(15.2600)	46.0862	(35.4000)	47.9682	(9.2450)
1-2	2.6586	(35.0200)	1.5187	(15.2600)	0.9602	(35.4000)	0.9994	(9.2450)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N30S
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No 減衰定数
 1 0.0300

減衰係数 (kN・sec/cm)
 スウェイ 0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.6021	0.2223
[刺激係数]		0.4646	0.1125
[減衰定数]		0.0300	0.0813
[刺激関数]	2	1.1578	-0.1578
	1	0.6992	0.3008

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.6300	0.2336	0.1843
[刺激係数]		0.5185	0.2949	0.4033
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.2681	-0.4225	0.1544
	1	0.8093	0.6888	-0.4980
	スウェイ	0.0960	0.2258	0.6782

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	378.49	(32.8350)	333.80	(15.2800)	296.21	(43.9900)	348.28	(35.6550)
1	494.97	(33.3050)	351.75	(16.0850)	385.34	(43.0200)	390.87	(26.0500)
ｽﾌｧｲ	910.59	(33.5700)	720.02	(15.0900)	704.96	(33.9850)	740.91	(13.8450)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	29.19	(35.2850)	15.45	(15.3350)	15.04	(43.9900)	15.61	(26.1750)
1	25.21	(35.2850)	11.01	(15.3350)	12.13	(43.9650)	12.37	(26.1550)
ｽﾌｧｲ	0.94	(33.5750)	0.81	(15.0950)	0.76	(33.9850)	0.76	(13.8450)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	5.71	(32.8850)	4.44	(15.3300)	3.15	(44.0200)	4.73	(35.7000)
1	25.52	(35.3050)	11.24	(15.3650)	12.25	(43.9700)	12.28	(26.1850)
ｽﾌｧｲ	0.94	(33.5750)	0.81	(15.0950)	0.76	(33.9850)	0.76	(13.8450)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	44.75	(32.8850)	39.91	(15.3300)	34.99	(44.0200)	40.99	(35.7000)
1	56.63	(32.7700)	56.64	(16.2250)	56.52	(33.0350)	56.70	(9.1950)
ｽﾌｧｲ	261.88	(33.5750)	224.54	(15.0950)	213.01	(33.9850)	211.90	(13.8450)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	120.83	(32.8850)	107.77	(15.3300)	94.47	(44.0200)	110.68	(35.7000)
1	255.99	(32.8600)	255.27	(16.2850)	242.20	(33.0350)	246.49	(9.1950)
スウェイ	255.99	(32.8600)	255.27	(16.2850)	242.20	(33.0350)	246.49	(9.1950)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.3736	(32.8850)	0.3332	(15.3300)	0.2921	(44.0200)	0.3422	(35.7000)
1	0.2529	(32.7700)	0.2530	(16.2250)	0.2524	(33.0350)	0.2532	(9.1950)
スウェイ	0.5154	(33.5750)	0.4419	(15.0950)	0.4192	(33.9850)	0.4170	(13.8450)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	47(32.8850)	1/	61(15.3300)	1/	86(44.0200)	1/	57(35.7000)
1	1/	11(35.3050)	1/	24(15.3650)	1/	22(43.9700)	1/	22(26.1850)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	30.9840	(32.8850)	24.0965	(15.3300)	17.0879	(44.0200)	25.6315	(35.7000)
1	138.4287	(35.3050)	60.9538	(15.3650)	66.4351	(43.9700)	66.5915	(26.1850)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	10.32	(32.8850)	8.90	(15.3300)	7.45	(44.0200)	9.22	(35.7000)
2-2	34.43	(32.8850)	31.01	(15.3300)	27.54	(44.0200)	31.78	(35.7000)
1-1	32.51	(35.3050)	16.51	(15.3650)	17.64	(43.9700)	17.67	(26.1850)
1-2	42.76	(32.7700)	42.77	(16.2250)	42.61	(33.0350)	42.86	(9.1950)
スウェイ1	261.88	(33.5750)	224.54	(15.0950)	213.01	(33.9850)	211.90	(13.8450)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	30.9840	(32.8850)	24.0965	(15.3300)	17.0879	(44.0200)	25.6315	(35.7000)
2-2	0.6455	(32.8850)	0.5020	(15.3300)	0.3560	(44.0200)	0.5340	(35.7000)
1-1	138.4287	(35.3050)	60.9538	(15.3650)	66.4351	(43.9700)	66.5915	(26.1850)
1-2	2.8840	(35.3050)	1.2699	(15.3650)	1.3841	(43.9700)	1.3874	(26.1850)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : N30FIXS
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	22.40
1-2	1-2	11.21

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	4.13		0.0500		
1-2	1-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.6021	0.2223
[刺激係数]		0.4646	0.1125
[減衰定数]		0.0300	0.0813
[刺激関数]	2	1.1578	-0.1578
	1	0.6992	0.3008

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:	468.35	382.67
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	371.54 (33.4300)	332.00 (15.2700)	301.48 (44.0100)	367.28 (35.6300)
1	428.12 (33.2850)	350.23 (16.0850)	335.72 (43.9050)	415.65 (35.5000)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	29.62 (35.2800)	15.98 (15.3300)	13.15 (33.0950)	14.05 (26.1650)
1	25.76 (35.2850)	11.65 (15.3350)	10.18 (43.9550)	10.62 (36.5650)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	5.42 (33.4800)	4.36 (15.3200)	3.26 (44.0350)	5.28 (35.6750)
1	25.76 (35.2850)	11.65 (15.3350)	10.18 (43.9550)	10.62 (36.5650)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	43.63 (33.4800)	39.60 (15.3200)	35.39 (44.0350)	43.10 (35.6750)
1	56.42 (32.7700)	56.70 (16.2400)	56.62 (33.0250)	56.57 (9.2200)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	117.80 (33.4800)	106.93 (15.3200)	95.56 (44.0350)	116.38 (35.6750)
1	253.67 (32.7750)	257.37 (16.2900)	244.90 (33.0250)	253.25 (35.6050)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.3642	(33.4800)	0.3306	(15.3200)	0.2954	(44.0350)	0.3598	(35.6750)
1	0.2520	(32.7700)	0.2532	(16.2400)	0.2529	(33.0250)	0.2526	(9.2200)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	50(33.4800)	1/	62(15.3200)	1/	83(44.0350)	1/	51(35.6750)
1	1/	10(35.2850)	1/	23(15.3350)	1/	27(43.9550)	1/	25(36.5650)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	29.3841	(33.4800)	23.6551	(15.3200)	17.6633	(44.0350)	28.6384	(35.6750)
1	139.7008	(35.2850)	63.1610	(15.3350)	55.2376	(43.9550)	57.5932	(36.5650)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	9.99	(33.4800)	8.81	(15.3200)	7.57	(44.0350)	9.84	(35.6750)
2-2	33.64	(33.4800)	30.79	(15.3200)	27.82	(44.0350)	33.27	(35.6750)
1-1	32.77	(35.2850)	16.97	(15.3350)	15.33	(43.9550)	15.82	(36.5650)
1-2	42.67	(32.7700)	42.86	(16.2400)	42.75	(33.0250)	42.72	(9.2150)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	29.3841	(33.4800)	23.6551	(15.3200)	17.6633	(44.0350)	28.6384	(35.6750)
2-2	0.6122	(33.4800)	0.4928	(15.3200)	0.3680	(44.0350)	0.5967	(35.6750)
1-1	139.7008	(35.2850)	63.1610	(15.3350)	55.2376	(43.9550)	57.5932	(36.5650)
1-2	2.9105	(35.2850)	1.3159	(15.3350)	1.1508	(43.9550)	1.1999	(36.5650)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN30
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No 減衰定数
 1 0.0300

減衰係数 (kN・sec/cm)
 スウェイ 0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4034	0.1840
[刺激係数]		0.3858	0.0863
[減衰定数]		0.0300	0.0658
[刺激関数]	2	1.2626	-0.2626
	1	0.8060	0.1940

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.4358	0.2013	0.1715
[刺激係数]		0.4867	0.3750	-0.2623
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.5043	-0.9903	0.4861
	1	1.0380	0.4483	-0.4863
	スウェイ	0.1768	0.4917	0.3315

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	749.17	(33.3450)	642.30	(15.1300)	654.63	(33.3200)	623.69	(21.3900)
1	644.46	(33.2600)	491.33	(15.1450)	450.70	(33.2300)	624.74	(21.2800)
ｽｳｪｲ	1100.04	(33.5750)	687.30	(18.9350)	730.59	(35.9800)	801.74	(26.3800)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	22.86	(35.8450)	12.27	(15.1850)	10.64	(33.3500)	10.67	(22.3500)
1	20.85	(35.8450)	10.10	(15.2000)	8.29	(33.3550)	8.99	(22.3250)
ｽｳｪｲ	1.17	(33.5800)	0.94	(15.0950)	0.78	(33.1450)	0.83	(9.9250)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	3.53	(33.3750)	2.29	(15.1550)	2.36	(33.3450)	2.19	(21.4000)
1	21.29	(35.8500)	10.47	(15.2050)	8.21	(33.3700)	8.74	(22.3250)
ｽｳｪｲ	1.17	(33.5800)	0.94	(15.0950)	0.78	(33.1450)	0.83	(9.9250)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS		N30 (JMA神戸NS位相)		N30 (八戸EW位相)		N30 (乱数位相)	
2	36.45	(33.3750)	31.72	(15.1550)	31.96	(33.3450)	30.97	(21.4000)
1	75.22	(33.2700)	75.24	(15.1450)	72.35	(33.3700)	75.04	(22.3250)
ｽｳｪｲ	325.66	(33.5800)	262.40	(15.0950)	218.03	(33.1450)	231.88	(9.9250)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	98.41	(33.3750)	85.66	(15.1550)	86.30	(33.3450)	83.61	(21.4000)
1	291.62	(32.7200)	288.76	(15.1450)	279.54	(33.3550)	263.86	(22.3300)
スウェイ	291.62	(32.7200)	288.76	(15.1450)	279.54	(33.3550)	263.86	(22.3300)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.7424	(33.3750)	0.6461	(15.1550)	0.6510	(33.3450)	0.6307	(21.4000)
1	0.4910	(33.2700)	0.4911	(15.1450)	0.4723	(33.3700)	0.4898	(22.3250)
スウェイ	0.7445	(33.5800)	0.5999	(15.0950)	0.4985	(33.1450)	0.5301	(9.9250)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	76(33.3750)	1/	118(15.1550)	1/	115(33.3450)	1/	123(21.4000)
1	1/	13(35.8500)	1/	26(15.2050)	1/	33(33.3700)	1/	31(22.3250)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	19.1668	(33.3750)	12.4410	(15.1550)	12.7814	(33.3450)	11.8954	(21.4000)
1	115.6305	(35.8500)	56.8407	(15.2050)	44.5968	(33.3700)	47.4720	(22.3250)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	7.88	(33.3750)	6.49	(15.1550)	6.56	(33.3450)	6.38	(21.4000)
2-2	28.57	(33.3750)	25.23	(15.1550)	25.40	(33.3450)	24.59	(21.4000)
1-1	37.02	(35.8500)	20.86	(15.2050)	17.49	(33.3700)	18.28	(22.3250)
1-2	56.63	(32.7150)	56.67	(15.1400)	54.87	(33.3700)	56.76	(22.3250)
スウェイ1	325.66	(33.5800)	262.40	(15.0950)	218.03	(33.1450)	231.88	(9.9250)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	19.1668	(33.3750)	12.4410	(15.1550)	12.7814	(33.3450)	11.8954	(21.4000)
2-2	0.3993	(33.3750)	0.2592	(15.1550)	0.2663	(33.3450)	0.2478	(21.4000)
1-1	115.6305	(35.8500)	56.8407	(15.2050)	44.5968	(33.3700)	47.4720	(22.3250)
1-2	2.4061	(35.8500)	1.1828	(15.2050)	0.9280	(33.3700)	0.9878	(22.3250)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN30FIX
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	49.10
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重1 (kN)	折れ点荷重2 (kN)	剛性低下率1	剛性低下率2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.4034	0.1840
[刺激係数]		0.3858	0.0863
[減衰定数]		0.0300	0.0658
[刺激関数]	2	1.2626	-0.2626
	1	0.8060	0.1940

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:	468.35	382.67
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	702.21 (32.7350)	623.16 (15.1550)	624.04 (33.3250)	599.58 (22.3500)
1	642.72 (33.7350)	437.38 (15.1950)	471.63 (35.7000)	538.91 (22.2600)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	22.75 (35.8450)	10.78 (15.1850)	9.45 (33.3400)	9.55 (22.3300)
1	21.03 (35.8500)	8.63 (15.1900)	7.25 (33.3400)	7.85 (22.3000)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	3.03 (32.7700)	2.20 (15.1650)	2.20 (33.3350)	2.09 (22.3600)
1	21.03 (35.8500)	8.63 (15.1900)	7.25 (33.3400)	7.85 (22.3000)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	34.52 (32.7700)	31.09 (15.1650)	31.08 (33.3350)	29.74 (22.3600)
1	75.40 (33.2350)	74.48 (15.1900)	67.48 (33.3400)	70.54 (22.3000)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	93.21 (32.7700)	83.93 (15.1650)	83.92 (33.3350)	80.31 (22.3600)
1	292.49 (32.7200)	283.21 (15.1700)	266.00 (33.3350)	254.40 (21.3500)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.7031	(32.7700)	0.6331	(15.1650)	0.6330	(33.3350)	0.6058	(22.3600)
1	0.4922	(33.2350)	0.4861	(15.1900)	0.4405	(33.3400)	0.4604	(22.3000)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	89(32.7700)	1/	123(15.1650)	1/	123(33.3350)	1/	129(22.3600)
1	1/	13(35.8500)	1/	31(15.1900)	1/	37(33.3400)	1/	34(22.3000)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	16.4220	(32.7700)	11.9481	(15.1650)	11.9458	(33.3350)	11.3583	(22.3600)
1	114.1954	(35.8500)	46.8659	(15.1900)	39.3841	(33.3400)	42.6541	(22.3000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	7.31	(32.7700)	6.39	(15.1650)	6.39	(33.3350)	6.27	(22.3600)
2-2	27.21	(32.7700)	24.69	(15.1650)	24.69	(33.3350)	23.48	(22.3600)
1-1	36.63	(35.8500)	18.11	(15.1900)	16.06	(33.3400)	16.95	(22.3000)
1-2	56.88	(33.2350)	56.36	(15.1900)	51.42	(33.3400)	53.58	(22.3000)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	16.4220	(32.7700)	11.9481	(15.1650)	11.9458	(33.3350)	11.3583	(22.3600)
2-2	0.3421	(32.7700)	0.2489	(15.1650)	0.2489	(33.3350)	0.2366	(22.3600)
1-1	114.1954	(35.8500)	46.8659	(15.1900)	39.3841	(33.3400)	42.6541	(22.3000)
1-2	2.3763	(35.8500)	0.9752	(15.1900)	0.8195	(33.3400)	0.8876	(22.3000)

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN30S
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL スウェイ	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1 スウェイ	270.0	104.10 284.20

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94
スウェイ1	スウェイ1	278.64

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型
 基礎部を含む減衰 : 基礎部の減衰係数を指定し作成

次数No 減衰定数
 1 0.0300

減衰係数 (kN・sec/cm)
 スウェイ 0.8990

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
スウェイ1	スウェイ1	(線形)	(線形)

【入力データ】

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重 1 (kN)	折れ点荷重 2 (kN)	剛性低下率 1	剛性低下率 2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	
スウェイ1	スウェイ1					

【固有値解析結果など（基礎固定）】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.5478	0.2116
[刺激係数]		0.4569	0.1403
[減衰定数]		0.0300	0.0777
[刺激関数]	2	1.1754	-0.1754
	1	0.6130	0.3870

【固有値解析結果など（基礎部考慮）】

		1次	2次	3次
[固有周期(sec)]		0.5781	0.2300	0.1767
[刺激係数]		0.5227	0.3507	0.3497
[減衰定数]				
[刺激関数]	2	1.3105	-0.4590	0.1485
	1	0.7475	0.7869	-0.5343
	スウェイ	0.1158	0.3294	0.5548

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:		
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	525.81 (33.4050)	463.62 (15.2800)	398.21 (43.9600)	445.10 (35.5450)
1	652.41 (33.2700)	454.89 (15.9900)	487.73 (34.7650)	467.83 (35.4350)
ｽｲｲ	1003.53 (33.5800)	728.22 (18.9350)	716.96 (33.9800)	714.37 (33.9450)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	31.40 (35.2450)	18.52 (15.3050)	14.04 (34.1700)	12.97 (37.1350)
1	23.37 (35.2000)	10.18 (15.2900)	8.29 (33.0700)	6.89 (9.2700)
ｽｲｲ	1.05 (33.5850)	0.82 (18.9400)	0.81 (33.9850)	0.72 (33.9550)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	10.55 (33.4850)	8.47 (15.3250)	6.40 (43.9750)	7.60 (35.6100)
1	23.18 (35.2350)	9.80 (15.2450)	8.21 (33.0900)	6.90 (9.2800)
ｽｲｲ	1.05 (33.5850)	0.82 (18.9400)	0.81 (33.9850)	0.72 (33.9550)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	56.63 (32.8600)	55.25 (15.3250)	47.35 (43.9750)	51.94 (35.6100)
1	75.35 (32.7700)	75.25 (15.1850)	72.35 (33.0900)	65.71 (9.2800)
ｽｲｲ	291.19 (33.5850)	227.26 (18.9400)	225.89 (33.9850)	201.50 (33.9550)

【応答解析結果】

[最大転倒モーメント(kN・m)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	152.91	(32.8600)	149.16	(15.3250)	127.85	(43.9750)	140.24	(35.6100)
1	338.58	(32.8250)	334.35	(15.2550)	311.47	(33.0750)	286.73	(37.1250)
スウェイ	338.58	(32.8250)	334.35	(15.2550)	311.47	(33.0750)	286.73	(37.1250)

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.4727	(32.8600)	0.4612	(15.3250)	0.3953	(43.9750)	0.4336	(35.6100)
1	0.3365	(32.7700)	0.3361	(15.1850)	0.3231	(33.0900)	0.2935	(9.2800)
スウェイ	0.5731	(33.5850)	0.4473	(18.9400)	0.4446	(33.9850)	0.3966	(33.9550)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	26(33.4850)	1/	32(15.3250)	1/	42(43.9750)	1/	36(35.6100)
1	1/	12(35.2350)	1/	28(15.2450)	1/	33(33.0900)	1/	39(9.2800)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	57.2160	(33.4850)	45.9214	(15.3250)	34.6853	(43.9750)	41.2155	(35.6100)
1	125.8874	(35.2350)	53.2234	(15.2450)	44.5903	(33.0900)	37.4908	(9.2800)
スウェイ	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)	0.0000	(0.0000)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	15.74	(33.4850)	13.41	(15.3250)	11.09	(43.9750)	12.43	(35.6100)
2-2	42.82	(32.8600)	41.84	(15.3250)	36.27	(43.9750)	39.51	(35.6100)
1-1	39.84	(35.2350)	19.86	(15.2450)	17.49	(33.0900)	15.53	(9.2800)
1-2	56.81	(32.7700)	56.91	(15.1850)	54.86	(33.0900)	50.17	(9.2800)
スウェイ1	291.19	(33.5850)	227.26	(18.9400)	225.89	(33.9850)	201.50	(33.9550)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	57.2160	(33.4850)	45.9214	(15.3250)	34.6853	(43.9750)	41.2155	(35.6100)
2-2	1.1920	(33.4850)	0.9567	(15.3250)	0.7226	(43.9750)	0.8587	(35.6100)
1-1	125.8874	(35.2350)	53.2234	(15.2450)	44.5903	(33.0900)	37.4908	(9.2800)
1-2	2.6196	(35.2350)	1.1075	(15.2450)	0.9279	(33.0900)	0.7801	(9.2800)
スウェイ1								

【入力データ】

[名称]

タイトル : 北方建築研究所
 サブタイトル : EN30FIXS
 利用者 : HRO

[振動モデル]

置換振動系モデル : 等価せん断型モデル

[建物の階高]

階No	層(階)名	階高 (cm)
2	3FL	270.0
1	2FL	270.0

[質点系の形状データ]

質点No	質点名	当該階No	下階質点No
2	2	2	1
1	1	1	

[質点系の階高と重量データ]

質点No	質点名	階高 (cm)	質点重量 (kN)
2	2	270.0	119.80
1	1	270.0	104.10

[要素の初期バネ定数]

要素No	要素名	初期バネ定数 (kN/cm)
2-1	2-1	22.40
2-2	2-2	11.21
1-1	1-1	29.87
1-2	1-2	14.94

[減衰データ]

減衰タイプ : 剛性比例型

次数No	減衰定数
1	0.0300

[復元力特性の定義データ]

要素No	要素名	復元力特性	塑性率の基点 (cm)
2-1	2-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
2-2	2-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点
1-1	1-1	標準型	(バイリニア) 第1折れ点
1-2	1-2	スリップ(拡張)型	(トリリニア) 第2折れ点

[復元力特性データ]

要素No	要素名	折れ点荷重1 (kN)	折れ点荷重2 (kN)	剛性低下率1	剛性低下率2	除荷時パラメータ
2-1	2-1	4.13		0.0500		
2-2	2-2	25.08	42.87	0.2400	-0.3300	
1-1	1-1	5.50		0.0500		
1-2	1-2	33.45	57.15	0.2400	-0.3300	

【固有値解析結果など】

		1次	2次
[固有周期(sec)]		0.5478	0.2116
[刺激係数]		0.4569	0.1403
[減衰定数]		0.0300	0.0777
[刺激関数]	2	1.1754	-0.1754
	1	0.6130	0.3870

【応答解析結果】

[解析条件]

積分方法 : 平均加速度法
 地動加速度 : 中間値は直線補間して計算する
 瞬間減衰マトリックス : 考慮せず常に初期減衰とする

[入力地震波]

応答解析ケース名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
地震波名	: JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:	468.35	382.67
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
解析時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050	0.0050	0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00	0.00	0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 818.02	468.35	382.67
地震波継続時間 (sec)	: 119.98	119.99	119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0200	0.0100	0.0100

[入力地震波]

応答解析ケース名	: N30 (乱数位相)
地震波名	: N30 (乱数位相)
入力最大速度 (cm/sec)	:
入力最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
解析時間 (sec)	: 119.99
解析時間間隔 (sec)	: 0.0050
地震波最大速度 (cm/sec)	: 0.00
地震波最大加速度 (cm/sec ²)	: 425.16
地震波継続時間 (sec)	: 119.99
地震波時間間隔 (sec)	: 0.0100

[最大絶対加速度 (cm/sec²) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	541.91 (35.8550)	446.97 (15.2750)	404.55 (35.4650)	426.49 (35.5500)
1	577.81 (35.7800)	393.36 (15.9700)	389.78 (34.7400)	428.91 (35.4300)

[最大変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	30.81 (35.2050)	18.03 (15.2950)	13.31 (34.1450)	11.43 (35.5900)
1	23.71 (35.0700)	10.18 (15.2800)	7.77 (34.1150)	5.71 (9.2750)

[最大層間変位 (cm) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	10.70 (35.9300)	7.98 (15.3150)	6.37 (35.5100)	7.06 (35.5950)
1	23.71 (35.0700)	10.18 (15.2800)	7.77 (34.1150)	5.71 (9.2750)

[最大層せん断力 (kN) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	56.66 (35.8550)	53.37 (15.3150)	47.26 (35.5100)	49.88 (35.5950)
1	75.45 (32.7900)	75.50 (15.1850)	70.10 (34.1150)	59.67 (9.2750)

[最大転倒モーメント (kN・m) と発生時刻 (sec)]

	JMA神戸NS	N30 (JMA神戸NS位相)	N30 (八戸EW位相)	N30 (乱数位相)
2	152.98 (35.8550)	144.11 (15.3150)	127.61 (35.5100)	134.68 (35.5950)
1	344.45 (32.8450)	333.61 (15.2800)	306.58 (34.1200)	280.36 (9.2500)

【応答解析結果】

[最大層せん断力係数と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	0.4729	(35.8550)	0.4455	(15.3150)	0.3945	(35.5100)	0.4164	(35.5950)
1	0.3370	(32.7900)	0.3372	(15.1850)	0.3131	(34.1150)	0.2665	(9.2750)

[最大層間変形角(rad)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	1/	25(35.9300)	1/	34(15.3150)	1/	42(35.5100)	1/	38(35.5950)
1	1/	11(35.0700)	1/	27(15.2800)	1/	35(34.1150)	1/	47(9.2750)

[最大塑性率(積層ゴムを設定した質点は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2	58.0471	(35.9300)	43.2554	(15.3150)	34.5586	(35.5100)	38.2843	(35.5950)
1	128.7652	(35.0700)	55.3034	(15.2800)	42.1909	(34.1150)	31.0318	(9.2750)

[要素の最大せん断力(kN)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	15.91	(35.9300)	12.86	(15.3150)	11.06	(35.5100)	11.83	(35.5950)
2-2	42.84	(35.8550)	40.52	(15.3150)	36.20	(35.5100)	38.05	(35.5950)
1-1	40.64	(35.0700)	20.43	(15.2800)	16.83	(34.1150)	13.76	(9.2750)
1-2	56.98	(32.7850)	57.09	(15.1850)	53.28	(34.1150)	45.91	(9.2750)

[要素の最大塑性率(積層ゴムを設定した要素は最大歪み)と発生時刻(sec)]

	JMA神戸NS		N30(JMA神戸NS位相)		N30(八戸EW位相)		N30(乱数位相)	
2-1	58.0471	(35.9300)	43.2554	(15.3150)	34.5586	(35.5100)	38.2843	(35.5950)
2-2	1.2094	(35.9300)	0.9012	(15.3150)	0.7200	(35.5100)	0.7976	(35.5950)
1-1	128.7652	(35.0700)	55.3034	(15.2800)	42.1909	(34.1150)	31.0318	(9.2750)
1-2	2.6794	(35.0700)	1.1508	(15.2800)	0.8779	(34.1150)	0.6457	(9.2750)