

側溝用およびマンホール用木製ふたの製品開発

平 館 亮 一 吉 澤 春 峰

はじめに

最近の都市開発整備は急速に進み、公園や遊歩道などは景観に重点を置いて整備されるようになってきています。これに伴い、いろいろなものを素材とした街路資材が各メーカーから提案されています。街路資材のメニューは増えていますが、木材を素材としたものは木レンガなど一部にありますが、このほかにはあまり見られません。しかし、木材を利用した街路資材の方が、人々に安らぎとあたたかい印象を与え、景観においても良い結果を与えることが十分に予想されます。

現在設置されている鋼製や鉄筋コンクリート製の側溝用およびマンホール用ふたは、断熱性に乏しいために、冬期間はふたの表面が内部の排水から発せられる熱によって暖められ積雪を解かし、くぼみになり歩行の妨げなどの障害を生じます。

このような既製の鉄筋コンクリート製および鋼製のふたより、断熱性や景観的評価が高いと思われる木製のふたを試作し、強度性能、断熱性、および耐久性の試験を行い、実用性を検証しました。

木製ふたの試作

試作にあたっては、木材を単独で使用するのではなく、図1のように等辺山形鋼で組んだ鋼製フレームと、構造用集成材の製造方法に従い製造されたカラマツ木ブロックを組み合わせて、ふたにすることを前提に考えました。

完成した試作品の重量はマンホール用で約15kg、側溝用で約10kgとなりました。

なお、以下の各種性能試験は、木ブロックの塗装および表面の溝加工を行う前の状態で実施したものです。

強度試験

側溝用およびマンホール用のふたの下は空洞になっているために、ふたがすべての荷重を負担しなければなりません。

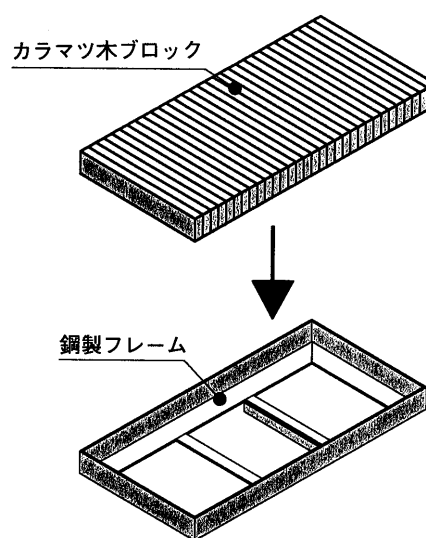


図1 側溝用ふたの構成

また荷重が加わることによって、不安感を与えるようながたつきや変形、破壊などがあってはいけません。

下水道用マンホールふたの強度については、JIS A 5506（表1）に規定されています。その中では主な使用箇所として、道路一般用と歩道用に分けられています。道路一般用としては、ねずみ铸铁ふたと球状黒鉛铸铁ふた、歩道用としては、鉄筋コンクリートふたについて、各試験荷重が定められています。

今回の試作品は、歩道用の鉄筋コンクリート製のふ

表1 JIS A 5506下水道用マンホールふた
荷重強さ

種 類	試験荷重 (kgf)	たわみ (mm)	残留たわみ (mm)
ねずみ铸铁ふた	17,000	2.2以下	0.1以下
球状黒鉛铸铁ふた			
鉄筋コンクリートふた	6,500	異常がないこと	

種 類

種 類	主 な 使 用 箇 所
ねずみ铸铁ふた	道 路 一 般
球状黒鉛铸铁ふた	
鉄筋コンクリートふた	歩 道

たの強度性能を目標としました。しかし側溝用ふたの強度試験についての規定はありません。このため側溝用ふたについてもマンホールふたの試験方法に準じて実施しました。

側溝用のふたの試験は、実際に使用される形態にあわせて行いました。試験機にセットされたふたの上に鋼製の載荷板を載せ、載荷板を介して荷重をかけまし

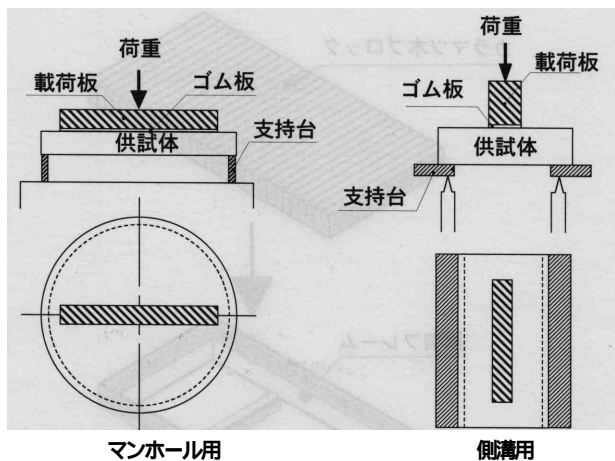


図2 荷重試験装置

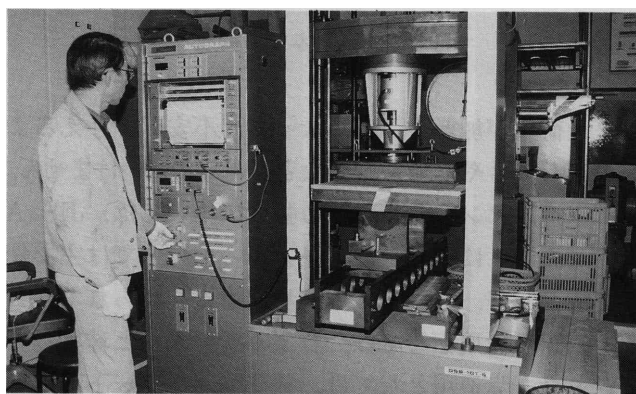
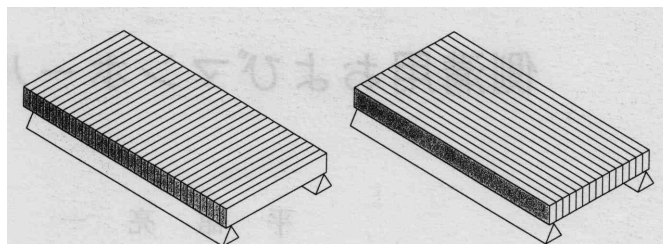


写真1 荷重試験装置（側溝用ふたの試験）



写真2 試験機にセットされたマンホールふた



スパンに対して
平行
スパンに対して
直交
図3 側溝用ふたの木ブロック繊維方向

た。また、マンホール用の円形ふたはJISの試験方法の通りに、試験体のフレームの周辺が、軟鉄製円筒の支持台に均等に当たるようにして載せ、角型の載荷板を介して荷重をかけました（図2、写真1、2）。

荷重速度は毎分1mmとし、変形はクロスヘッドの移動量をたわみ量として求めました。

側溝用のふたは、木ブロックの繊維方向がスパンに対して直交方向および平行方向にしたものの2タイプで試験を行いました（図3）。

図4に直交タイプの試験の結果を実線で示しますが、試験装置や試験体のあそびによる変形もそのまま記録されています。そこで、初期たわみを無視するために、直線部分の傾きを補正值として一点鎖線で示しました。5tonfを超えたあたりから木ブロックに横割れを発生させながら変形し、木材の剛性が十分に発揮されず、

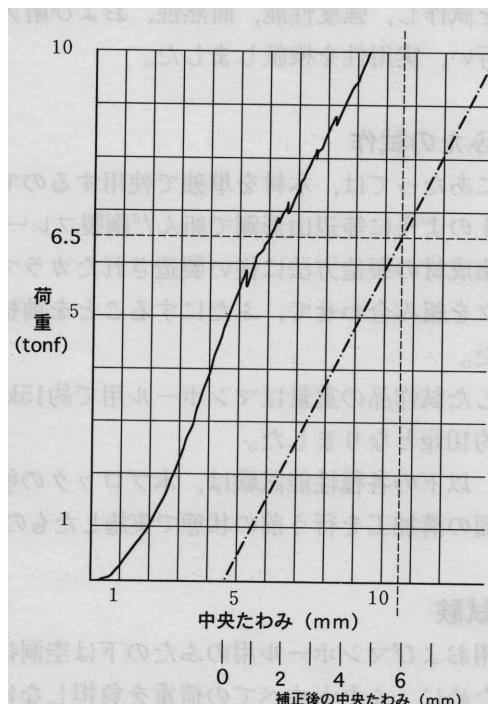


図4 荷重たわみ曲線（側溝用 直交タイプ）

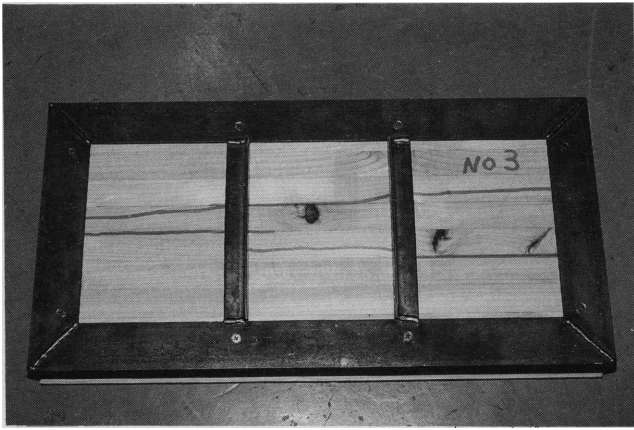


写真3 直交タイプ 試験後の裏側

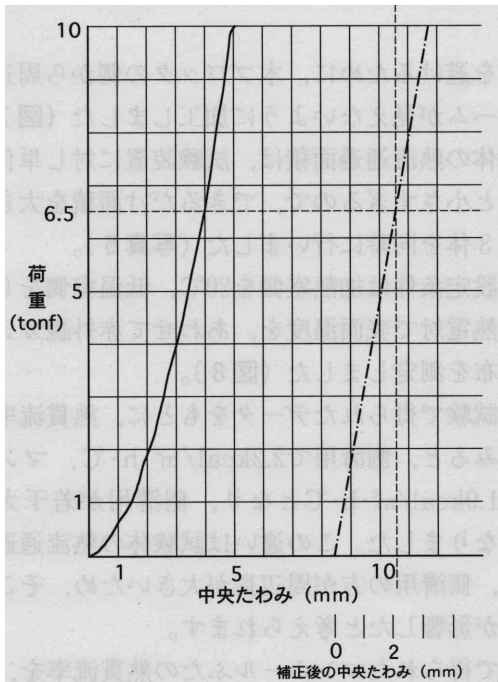


図5 荷重たわみ曲線 (側溝用 平行タイプ)

鋼製フレームで耐力を負担していることがうかがえる結果となりました。写真3は破壊の状態を示しています。荷重を10tonfまでかけましたが破断しませんでした。しかし除荷後の残留変形は大きく、使用上支障があると判断されました。

一方、図5に示したスパンに平行タイプの荷重変位曲線はきわめて直線的で、木ブロックの割れなどの有害な変形や破損の発生はありませんでした。

6.5tonfのときのたわみ量は補正值で約2mm程度でした。

強度的に平行方向は直交方向より約1/3の中央たわみ量となりました。

よって実際に製品化する際には木ブロックの繊維方

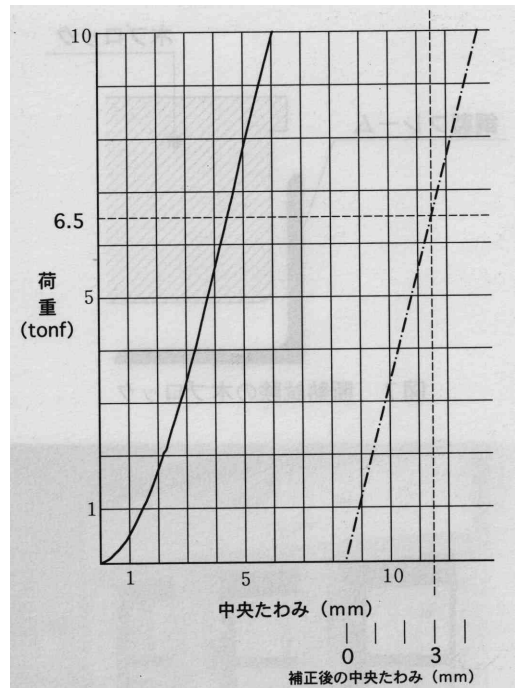


図6 荷重たわみ曲線 (マンホール用)

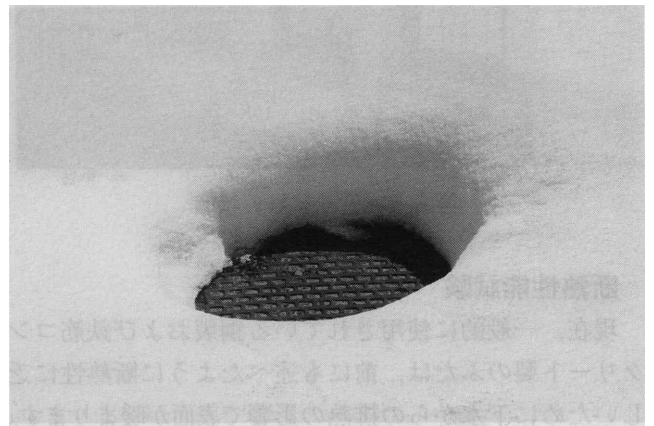


写真4 既製の鋼製マンホールの冬季の様子

向は、スパンに対して平行になるように使うことが必要であると考えられます。

一方、図6に示したマンホール用ふたの試験結果はきわめて直線的で、初期たわみを無視し直線部分のみ(補正值)でたわみ量を見ると、6.5tonfで約3mm程度でした。10tonfまで荷重をかけましたが破断・残留変形などの使用上問題となるような変形は認められませんでした。

これらのことから、今回試作した側溝およびマンホール用木製ふたは、JISに規定されている鉄筋コンクリートふたの荷重強さの「異常がないこと」の規定に適合し、歩道での使用が可能であると判断できます。

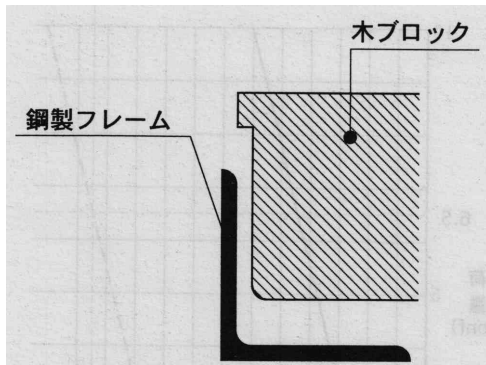


図7 断熱試験の木ブロック

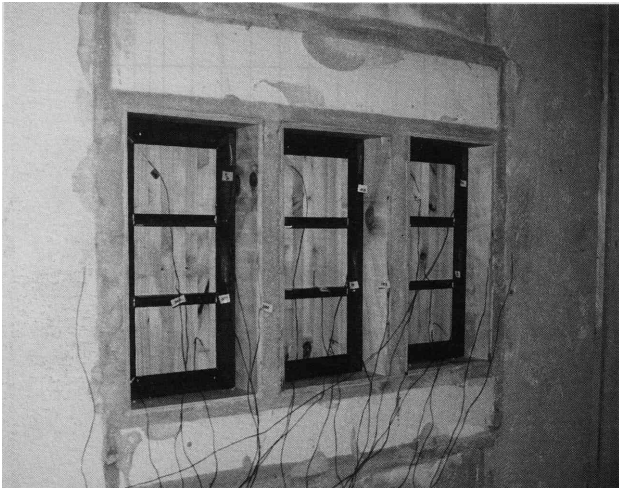


写真5 断熱試験の状態

断熱性能試験

現在、一般的に使用されている鋼製および鉄筋コンクリート製のふたは、前にも述べたように断熱性に乏しいために下水からの排熱の影響で表面が暖まります。雪の積もる寒冷地では冬期間、雪がふたの上で解け、周辺の地面と段差が生じ、ふたの部分がくぼみになってしまいます(写真4)。

くぼみは歩行時の転倒などの危険性を生じ、マンホールが直接外気にさらされることにより、内部の凍結などの現象を引き起こします。そのため^{つばし}鶴嘴などで段差を砕いたり、ふたの内部に発砲スチロールなどの断熱材を貼り付けたりして対処していますが、多くは手つかずの状態です。木材はそれ自体の断熱性能が高いために、これらの現象の緩和が期待できます。

そこで、木製のふたがどの程度の断熱性能を有するかを実験的に検討しました。

断熱性能試験は、JIS A 4710 の建具の断熱試験方法に基づき行いました。

断熱試験の木ブロックは、鋼製フレームのヒートブ

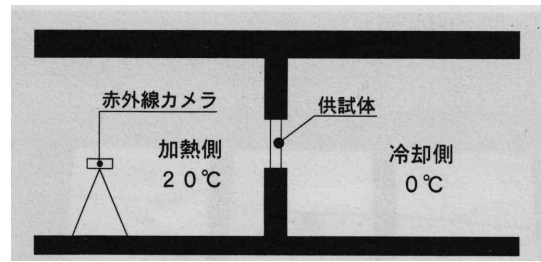


図8 断熱試験の概要

表2 熱貫流率の比較

種	類	熱貫流率 (kcal/m ² ・h・℃)	比較
木	製	1.9	1
鋼	製	6.0	3.16
鉄筋	コンクリート製	4.8	2.53

リッジを避けるために、木ブロックの側から周辺の鋼製フレームが見えないように加工しました(図7)。

試験体の熱流通過面積は、試験装置に対し単体で測定すると小さすぎるので、できるだけ面積を大きくするため3体を同時に行いました(写真5)。

温度設定条件は加熱室側を20℃、低温室側を0℃として、熱電対で表面温度を、あわせて赤外線カメラで温度分布を測定しました(図8)。

この試験で得られたデータをもとに、熱貫流率を計算してみると、側溝用で2.2kcal/m²・h、マンホール用で1.9kcal/m²・hとなり、側溝用が若干大きい数値となりました。この違いは試験体の熱流通過面積に対し、側溝用の方が周辺長が大きいため、そこからの熱流が影響したと考えられます。

計算で得られたマンホール用ふたの熱貫流率を、単純に同じ厚みの鋼製および鉄筋コンクリート製と比較してみると、鋼製は6.0kcal/m²・h、鉄筋コンクリート製で4.8kcal/m²・hとなります(表2)。木製は鋼製の約1/3、コンクリート製の約1/2.5となり断熱性に優れていると判断できます。実際に使われている鋼製および鉄筋コンクリート製の厚さはもっと薄いので、断熱性の差はさらに大きくなることが考えられます。

促進劣化試験

側溝用およびマンホール用のふたは屋外の雨や風、寒暖などの条件に加え、冬期間は凍結・融解などの厳しい条件にさらされます。

このような厳しい条件に試作品がどのような影響を受けるかを観察しました。

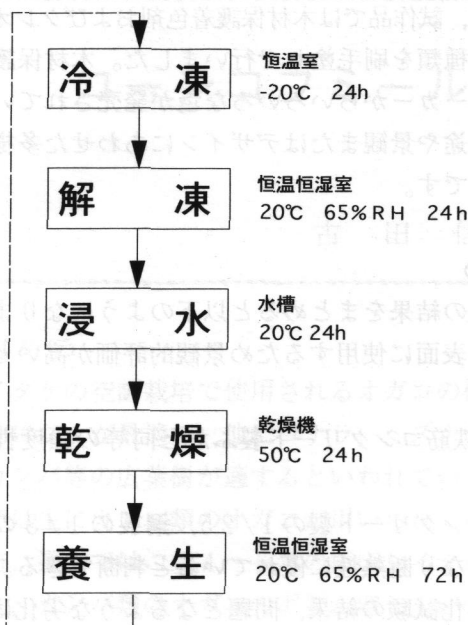


図9 劣化促進試験の1サイクル

試験は図9に示す工程を1サイクルとして、10サイクル行い、試験体の厚み、狂い、重量の変動を測定しました。また同時に表面割れ、木口割れを目視により観察しました。

試験体は、フレームと木ブロックを固定するためのビス止めは行わず、試験中に取り外して観察できる状態で行いました。

1サイクル目の浸水工程終了後、側溝用およびマンホール用ともに木ブロックの膨張が認められ、フレームからはずすのに困難を極めました。乾燥後に復元し、その後のサイクルではフレームから取り外しにくくなるような膨張は認められませんでした。

側溝用のフレームは防錆処理をしていなかったために錆が発生し、木ブロックに鉄汚染が見られました。実用的には金属部分の防錆処理は不可欠であると考えられます。

1サイクル終了後の目視観察で側溝用にわずかに表面割れが認められましたが、マンホール用ふたには見られず若干の木口割れが認められた程度でした。

サイクルを繰り返していくうちに割れが広がったり、新たな表面割れも認められましたが、使用上支障の出るような大きな割れは発生しませんでした。

厚み変化は最大でマンホール用で0.8mm、側溝用で1.2mmありました。

狂いの変化は最大で1mm生じましたが、サイクルを繰り返していくうちに、復元したり減少したりで一定



写真6 実証試験中のマンホールふた

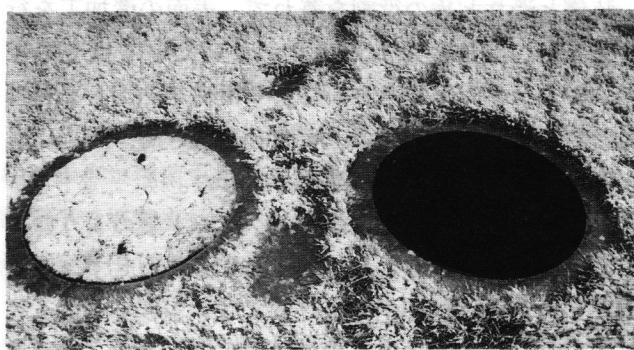
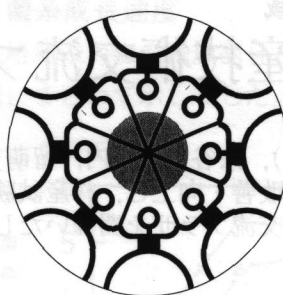
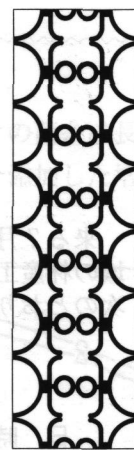


写真7 実証試験中のマンホールふた
(初雪の日の朝の様子 右側が鋼製 左側が木製)



マンホールふたの試作デザイン



側溝用ふたの試作デザイン

図10 試作デザイン

の傾向は見られず、全体として大きな変化はありませんでした。

重量変化は浸水工程終了後は増加し、乾燥工程終了後に減少しましたがサイクルを繰り返しても大きな変化は認められませんでした。

今回の試験では無塗装の木ブロックを用いました。

したがって、防腐処理を行った状態では、水に起因する問題はさらに小さくなることが予想されます。

この促進劣化試験は、ふたにかかる劣化要因を人工的にシミュレーションしたもので、実際に設置した場合と劣化状況が異なることが考えられますが、本試験においては使用上問題となるような有害な劣化は認められませんでした。

より実的な劣化状況を確認するために、現在試験場内において試作品を屋外に設置し、劣化状況を観察中です（写真6,7）。

加工性について

装飾と滑りどめの役割を兼ねて、表面の溝加工を行いました。試作品は人が手をつないでいる様子をイメージし、ハンドルーターにより模様を加工しました（図10）。デザインをする上で溝を連続させ、周辺に水が流れ落ちやすいように配慮しました。

加工は、鋼製および鉄筋コンクリート製のように、型に流し込んで固めるという作業を必要とせず、直接彫り込むため、量産化に当たっては、NCルーター等を用いれば複雑な装飾も簡単に加工できます。またオリジナル性にあふれた模様が簡単に安価に、しかも少量生産にも対応できるという大きな特徴があります。

塗装は、試作品では木材保護着色剤およびクレオソート油の2種類を刷毛塗りで行いました。木材保護着色剤は各メーカーからいろいろな色が発売されていますので、用途や景観またはデザインにあわせた多様な着色が可能です。

まとめ

これらの結果をまとめると以下ようになります。木材を表面に使用するため景観的評価が高いと思われる。

○JISの鉄筋コンクリート製ふたと同等の強度性能を持つ。

鉄筋コンクリート製の1/2.5、鋼製の1/3の熱貫流率となり断熱性に優れていると判断できる。

促進劣化試験の結果、問題となるような劣化は認められなかった。

木材保護着色剤を使用することにより多様な着色が可能である。

加工が容易にできる。

今後これらを実際に街路等に設置し、景観的評価および耐久性の確認、メンテナンスの手法等を確認し、商品化をはかっていきたいと思ひます。

（林産試験場 加工科， 有限会社ヨシザワ）