

ハードボードの新用途

- 土留め材について -

松本 章 西川 介 二
新納 守*

はじめに

これまで、ハードボードの用途は、建築・家具関係で約50%、弱電・自動車関係で約30%と比較的安定した需要が続いていた。しかし、現在このような経済混乱のもとでは、これまでの安定した需要が望めず、生産量を一時押さえるため、多くの工場で操業率を50%と大幅にダウンさせながら、ハードボードの新規用途拡大をめざして、関係者は日夜努力している。

ここに新たに登場したハードボード製の土留め材は、これまでの土木工事で用いられていた金属あるいはコンクリート製のものに比較すると、工事規模は小さいものに限られてはいるが、渡島支庁林務課あるいは留萌林務署内の林道工事において、緑化を目的とした土留め材として試験的に使用されており（写真1）、さらに今後は他の支庁でもその使用が検討されているとのことである。

森林地帯におけるこのような土木工事には、自然保護の立場からも、金属あるいはコンクリート製のような無機材料は、今後できる限り使用しない方向にあるということである。ハードボード製の土留め材は有機体であるから、いずれは腐朽して自然に帰るといった良



写真1 ハードボード製土留め材の使用例

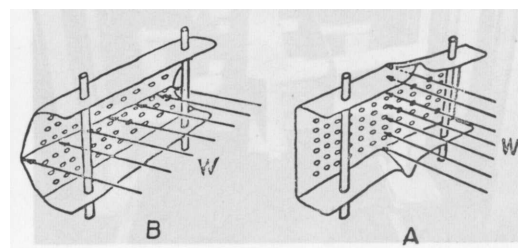
い面もあるので、期待される新製品ではあるが、土留め材として要求される材質的な面での検討があまりなされていないので、その試験を行った結果を報告する。

なお、本報告は日本木材学会北海道支部第7回研究発表会において発表した。

試験方法

ハードボード製の土留め材の外観は第1図に示すとおりである。ただし、第1図は土圧を受けたときに予想される変形も加味して描いてあるが、実際には図中の変形AあるいはBが複合した形で現れることはいうまでもない。

ボードの大きさは100×60cmで60cmの部分を“コ”の字、に曲げたもので、ボードの厚さは3.5mmの湿式法で製造された標準品である。また凹面がボードの平滑面となり、この面にケンタッキーという種類の牧草の種子と肥料を含んだ紙をはる。種子が発芽して3ヵ月程度経過すると、穴から葉が伸びて緑化の目的を達すると同時に、生長して根が張ると土砂の流出を押さえて、これを安定化する働きもする。このケンタッキーという種類の牧草は発育も良く、生長してからの自然条件の変化に対しても順応性が強く、緑化目的としては最適の種とされている。



第1図 ハードボード製土留め材の外観と予想される変形

第1図より土圧を受けたときに予想される土留め材の変形あるいは破壊の状態は明らかではあるが、このほかに、穴をあけた部分のパイプによる横方向への引張り破壊、あるいはパイプ自身の曲げ破壊などが考えられる。

まずパイプによる横引張り試験は「ASTM - D - 1037 釘の横引張り試験」に準拠して行った。試験機は島津オートグラフIS - 5000で、荷重速度は毎分5mmである。なお、ハードボード製の土留め材は吸水した状態で使用されることが考えられるので、7日間室温でボードを水中浸漬し、ほぼ平衡に達した状態のものについても試験を行い、この処理による強度性能の低下についても検討した。このときの破壊荷重は穴の大きさ（パイプの太さは穴径より若干細いものを使用した）、ボードの端からの穴の位置によって影響を受けるものと考えられるので、前者については20及び50mm、後者については6、12、25及び50mmの水準について試験した。

また、土圧は幅方向については等分布荷重、高さ方向についてもそれに近い状態（実際には高さ方向については下から1/3の部分に対する土圧が一番大きい）と考えられるが、この方法による荷重試験は装置的に不可能であるから、破壊形態Aについては、等分布荷重と同等の荷重で試験体が破壊するような二点荷重法（スパンを70cmとすれば、荷重点はその1/4の17.5cmだけ支持点より内側の二点）によった（写真2）。ただし、破壊形態Bの場合はスパンが十分とれないので（20cm）、中央集中荷重法によった（写真3）。試

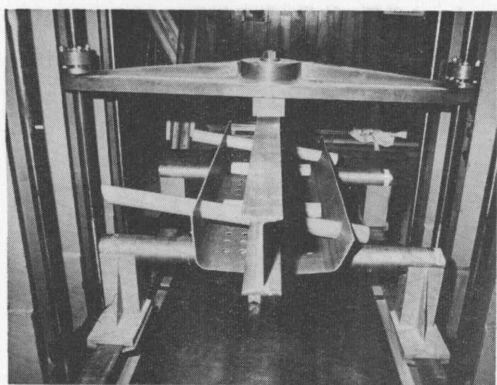


写真2 二点集中荷重試験

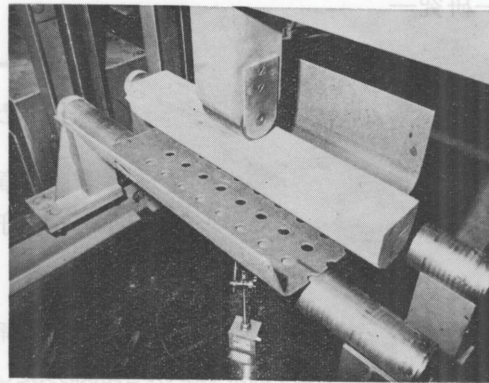


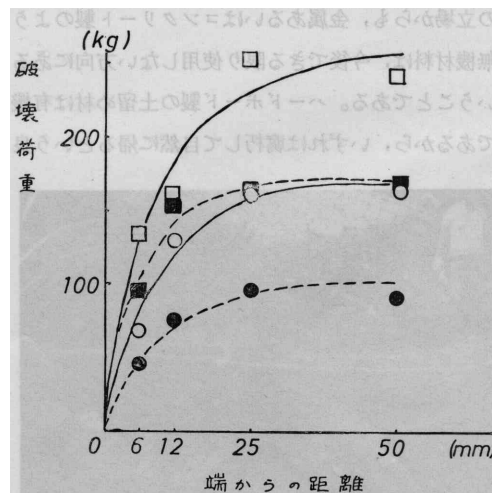
写真3 中央集中荷重試験

験機はオルゼン（2トン）で荷重速度は毎分2mmである。なお、これら二点あるいは集中荷重試験については、7日間水中浸漬させたものについてのみ行った。また土留め材の使用に際しては、硬質塩ビ製のパイプが用いられているようであるが、これについては特に試験は行わず、計算した土圧に耐えるにはどの程度の太さが必要かを計算するにとどめた。

試験結果と考察

第2図にパイプの横引張り試験の結果を示した。

これによると穴径の大きな50mmの場合は20mmのものと比較して、常態時で約1.5倍、吸水時でも



第2図 パイプ穴径、端からの距離が側面破壊荷重に及ぼす影響
 ; 50mm径, ; 20mm径
 黒抜きは吸水時, 白抜きは常態時

1.8倍の強さがある。また吸水したものは常態時のものに比べると、50mm径のもので0.72倍、20mm径のものでは0.60倍へと強度が低下することがわかった。ボードの端からの穴の位置の影響は、内部に行くに従って強度は強くなるが、穴の大きさ、常態、吸水にかかわらず、25mm以上内部であれば差はなくなる。土留め材はパイプ2本（4個の穴）で土圧に耐えるようになっているので、吸水時でも20mm径のもので360kgf程度、50mm径では600kgf程度の荷重に耐えることができる。

土留め材の曲げ試験結果については第1表に示した。いずれも等分布荷重に換算したものである。

第1表 突大土留め材の曲げ試験結果

試験法*	試験項目	M社製品	K社製品	
A	破壊荷重(kgf)	133	117	2点荷重、スパン70cm。等分布荷重に換算。
	吸水率(%)	36.5	32.9	7日間、室温で水中浸漬
	吸水厚膨(%)	14.8	17.4	同上
B	破壊荷重(kgf)	93.5	90.5	中央集中荷重、スパン20cm。等分布荷重に換算。
	吸水率(%)	35.5	36.3	7日間、室温で水中浸漬
	吸水厚膨(%)	10.1	14.7	同上

* A、Bは第1図中の破壊形態A、Bに相等するものである。

ボードを「コの字」に曲げることによる強度性能の向上は、例えば断面係数や断面2次モーメントに限っても計算上はかなり大きなものにはなるが、ボードのような薄物では座屈などの破壊が起り、さらにパイプによる押さえの効果も考えられることから、一般に用いられている曲げ破壊係数の計算は困難かつ無意味と思われたので、単に破壊荷重を求めるに止めた。第1表より破壊形態Bの方が少ない荷重で破壊するが、Aの場合と大差はなく、ほぼ100kgf強と考えて良い。

第2表 土留め材に及ぼす全土圧 (ton/m)

B	A						
	0	5	10	15	20	25	30
0	0.111	0.903	0.078	0.065	0.054	0.045	0.037
5		0.110	0.082	0.067	0.055	0.046	0.038
10			0.109	0.074	0.059	0.048	0.039
15				0.107	0.067	0.052	0.041
20					0.104	0.061	0.046
25						0.100	0.055
30							0.096

A：自然勾配角度(°)

B：背部土の傾斜角度(°)

ただし、土留め材の高さを0.3m、土砂重量を1.81ton/m³として計算した

一方、これらボードの破壊強度に対する土圧の大きさは、ランキンの土圧公式から計算して第2表に示した。ランキンの土圧公式は一般に次式で示される¹⁾。

$$P = \frac{1}{2} WH^2 \times \cos B \times \frac{\cos B - \sqrt{\cos^2 B - \cos^2 A}}{\cos B + \sqrt{\cos^2 B - \cos^2 A}}$$

ただし

P：全土圧 (ton/m)

W：土砂重量 (ton/m³)

A：自然勾配角度

B：土留め材背部土の傾斜角度

H：土留め材の高さ(m)

表中、土砂重量を1.81ton/m³として計算したが、

この値は堰堤土では水で飽和した状態、砂では自然に湿った状態、ローム土では濡れた状態に近い値と言われている¹⁾。

ここで自然傾斜角度及び背部土の傾斜角度を共に30°とすれば、土留め材1m幅当たり96kgfの土圧となり、パイプ4個の部分で均等に土圧を負担すると仮定すれば、パイプ押さえの穴の部分での破壊は起らないが、第1図に示したAあるいはBのような破壊は

十分考えなければならない。この場合、背部土の傾斜角度を0°と仮定すれば、土圧は37kgfでボードの破壊荷重の1/3程度であるから安定性は高くなる。また両角度が30°より大きければ土圧は小さくなるので、問題にする必要はない。

ここでパイプの一方が土中でしっかりと固定された片持ちばりと考え、一番きびしいと思われる条件として、土圧が2本のパイプの先端に集中してかかると仮定すれば、穴径50mmで外径48mmの硬質塩ビパイプ（肉厚4mm）ならば安全であるが、穴径20mmで外径18mmの硬質塩ビパイプ（肉厚2mm）を使用する場合は、計算上パイプ自身が破壊することになる。ただし硬質塩化ビニルの曲げ破壊係数を700kgf/cm²（通常は700~1000kgf/cm²と言われている²⁾）と仮定した場合である。これと同等の木材ならば計算上29mmの太さで破壊が起ることにな

る。実際問題としては、完全な片持ちばりではなく、土圧を受けることによって、パイプが土中から浮き上がってしまうので、破壊荷重はこれら計算値より大きくなることは明らかであろう。

このようなパイプ自身の破壊あるいは土留め材の破壊形態Aのような破壊を防ぐためには、パイプの本数を増すことにより解決できるが、形態Bのような破壊に対しては、これを防ぐための方法は今のところなく、今後検討しなければならない。

いずれにしても、強度及び土圧の計算においては、あらゆる複雑な事象を単純化する仮定のもとに行っているため、安全係数は大き目に見た方が良い。

おわりに

ハードボード製の土留め材はハードボードの特長である曲げ加工、あるいは打抜加工がしやすいという性質を生かした製品で、他の土留め材に比較して安価で、施工時の省力化も果せると言うことなので、期待が大きい製品ではあるが、何分にも試験的に使用されている段階で、使用経過年数が少ないということもあり、今後どのようなトラブルが発生するか予想できない。

また、我々が行ったハードボードのウェザーメーターによる促進劣化試験では³⁾、3年相当処理によって、曲げ破壊係数は 265kgf/cm^2 (コントロール) から 104kgf/cm^2 に低下し、厚さ膨潤等の材質変化も認められたが、ボード形態がくずれ等の外観変化はほとんど観察されなかった。しかし、土中におけるように腐朽菌が存在した場合には、当然劣化が促進されることは容易に想像されるが、何年くらいでいわゆる土に帰るといふ現象が起るのか、これまで研究例がなく、多くの解決しなければならない問題がある。

本研究を遂行するに当たり、種々御協力いただいた木材部強度科の方々に感謝致します。

文献

- (1) 上野正夫：“基礎地盤の力学”，産業図書株式会社，昭和23年
- (2) 間中和夫ら：“プラスチック”，日刊工業新聞社，昭和40年
- (3) 西川介二ら：“ハードボードの表面処理”，日本木材学会北海道支部講演集 No.3，昭和46年

- 林産化学部 繊維化学科 -
*特別研究員
(原稿受理50.12.15)