

平成3年度 農林水産省補助事業

(財)日本住宅・木材技術センター事業

間伐材利用需要開発事業報告書

(コンクリート型枠利用中間報告)

平成4年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

目 次

調査研究要綱	1
第1章 針葉樹製材及び針葉樹合板を型枠用せき板としたコンクリート打設試験	2
1 実験の目的	2
2 試験体	5
3 試験方法	5
4 結果と考察	9
5 まとめ	27
第2章 針葉樹幅はぎ板を型枠用せき板としたコンクリートの打設試験	36
1 はじめに	36
2 コンクリートパネル	36
3 試験方法	38
4 打設試験の結果	39

調査研究要綱

1 趣 旨

近年、地球的規模の環境保全の必要性への認識が急速に高まりつつあるが、それに伴い、熱帯木材のコンクリート型枠合板の使用の合理化について問題提起がなされている。

このため、北洋カラマツを利用した針葉樹合板の使用の試みもなされてきているが、特に国産材については、コストや適材の不足もありその利用の見通しはほとんど立っていないのが現状である。

そこで、この事業ではこのような状況に対処し、今後、供給増大が見込まれている国産の針葉樹製材品、特に幅はぎ板をコンクリート型枠として利用することについて技術開発を行うこととする。

2 調査研究体制

本事業では、(財)日本住宅・木材技術センターにおいて、学識経験者、需要者及び供給者で構成する委員会を設け、調査・研究を行った。

針葉樹製材のコンクリート型枠利用開発委員会 名簿

50音順

区分	氏名	所属
委員長	有馬 孝禮	東京大学農学部 助教授
委員	小池 文喜	(株)小池製材所 常務取締役
	小西 信	東京農業大学 講師
	千葉 保人	森林総合研究所木材化工部 部長
	藤本 勝	大鹿振興(株)中央研究所 所長
	堀 長生	(株)大林組技術研究所第3研究室 副主任研究員
	山畑 信博	建設省建築研究所第4研究部工業生産研究室 研究員

3 平成2年度の事業内容

(1) 針葉樹製材及び針葉樹合板を型枠用せき板としたコンクリートの打設試験

針葉樹材の、コンクリート型枠用せき板としての適性を確認することを目的とする、小サイズ(高さ45×幅60×厚さ9cm)の試験体によるコンクリート打設試験

(2) 針葉樹幅はぎ板を型枠用せき板としたコンクリート打設試験

スギ幅はぎ板を使ったコンクリート型枠の、使い勝手、打設後の仕上がり状況を、ラワン合板と比較するための実用規模の打設試験

第1章 針葉樹製材及び針葉樹合板を型枠用せき板としたコンクリート打設試験

1. 実験の目的

最近の地球的規模での環境保全問題への認識の急速な高まりに伴い、わが国で従来使用していた熱帯広葉樹のコンクリート型枠合板の使用に批判の目が向けられ、針葉樹材への転換が提起されている。針葉樹材は再生が可能な森林資源であるが、広葉樹に比較して軟らかく、平面の平滑性、硬化不良等の問題を抱えているが、合板型枠が普及するまでは主に松材の製材板をコンクリート型枠用のせき板に利用していたのである。

本実験は、型枠のせき板材料に針葉樹板材、幅はぎ製材、針葉樹合板、針葉樹と広葉樹で構成される複合合板、合板の表面を塗装した塗装合板などを持ちいて、針葉樹材のコンクリート型枠用せき板としての適性を確認することを目的として打設試験を行った。

2. 試験体

2. 1. 試験体の種類

試験体は、表2-1に示すように各種材料の組み合わせによる19種類である。せき板には、針葉樹製材（ベイマツ、スギ、カラマツ、ラジアタパイン、ベイツガ）スギ幅はぎ板、ラワン合板、針葉樹合板（ベイマツ、ラジアタパイン、ベイツガ、カラマツ）、針広複合合板、塗装合板、ケイカル板、ホリフビ板等を用いた。支持枠材には、樹種群SPFの204サイズの製材を用いた。

2. 2. 試験体の寸法と作成方法

コンクリート打設用の試験体寸法は、図2-1に示すように高さ45cm×幅60cm×厚さ9cm（容積：約18600cm³）である。支持枠の204材の両面に釘CN50用い、釘ピッチ@150mm程度でせき板を釘どめした。製材品及び合板とも繊維方向が長手方向（60cm）と同じ方向とした。製材品では幅17.5cmの板を2枚と1/2を用いて、板相互間に隙間が開かないように釘どめをした。

表 2 - 1 型枠のせき板の種類及び諸性能

区分	試験体No.	種類樹種	堰板記号	合板の単板構成	厚さ (cm)	全乾含水率%	MOE t/cm ²	備考
製材	1	ベイマツ	A2P A12	幅17.5cmの板を 2.5枚を釘で 枠に留め付け、 型枠を構成	1.585 1.500	14.9	80.7 100.6	
	2	スギ	B3P B8		1.640 1.585	18.5	51.8 67.2	
	3	カラマツ	C12P C9		1.530 1.530	16.5	74.8 114.8	
	4	ラジアタパ イン	D1P D15		1.585 1.510	19.0	82.7 101.4	
	5	ベイツガ	E2P E11		1.560 1.585	17.3	65.8 82.7	
	6	スギ幅ハキ板	F5 F8+	幅ハキ板+合板	1.134 1.370	13.6	28.3 60.8	スギ E
合板	7	ラワン 複合	3 7	L K-G-K-G-K	1.135 1.170	11.0 12.6	35.8 55.7	
	8	ベイマツ	2 31	DF DF	1.205 1.205	10.6	46.7 11.3	3層
	9	ラジアタパ イン	25 26	RP RP	1.165 1.200	11.6 10.6	33.3 41.4	
	10	ラジアタパ イン	19 21	RP RP	1.170 1.170	11.7 11.8	44.9 53.3	
	11	オリエント ラットボード	2 1		1.105 1.100		61.9 57.3	
	12	ベイツガ	27 32	HEM HEM	1.230 0.905	10.8	35.8 6.9	3層
	13	ベイマツ ベイツガ	31 32	DF HEM	1.205 0.905		11.3 6.9	3層 3層
	14	ラワン	11 4	L L	1.105 1.195	11.9 10.3	38.8 50.3	
	15	ウェスタン ソ連カラマツ	30 5	WL G	1.175 1.180	12.3 11.9	37.5 50.6	
	16	複合 ラジアタパ イン	9 15	RP-RL-RL-RL-RP RP	1.170 1.165	11.2 12.6	36.4 38.5	
	17	複合 複合	24 20	RL-RP-RL-RP-RL RL-G-RL-G-RL	1.170 1.135	10.8 9.8	37.6 52.6	
塗 装 合 板	18	複合 ソ連カラマツ	23 6	RP-RL-RP-RL-RP G	1.145 1.170	12.3 11.0	31.5 43.0	
	19	ラワン ホリワロ板	A B	合板 GFRPP			73.8 72.4	
備 考	P:プレーナー掛け GFRPP:ガラス繊維強化ホリワロ板 DF:ベイマツ RL:レッドラワン YL:イエローラワン L:ラワン K:カボール G:ソ連カラマツ RP:ラジアタパイン HEM:ベイツガ WL:ウェスタンラッチ							

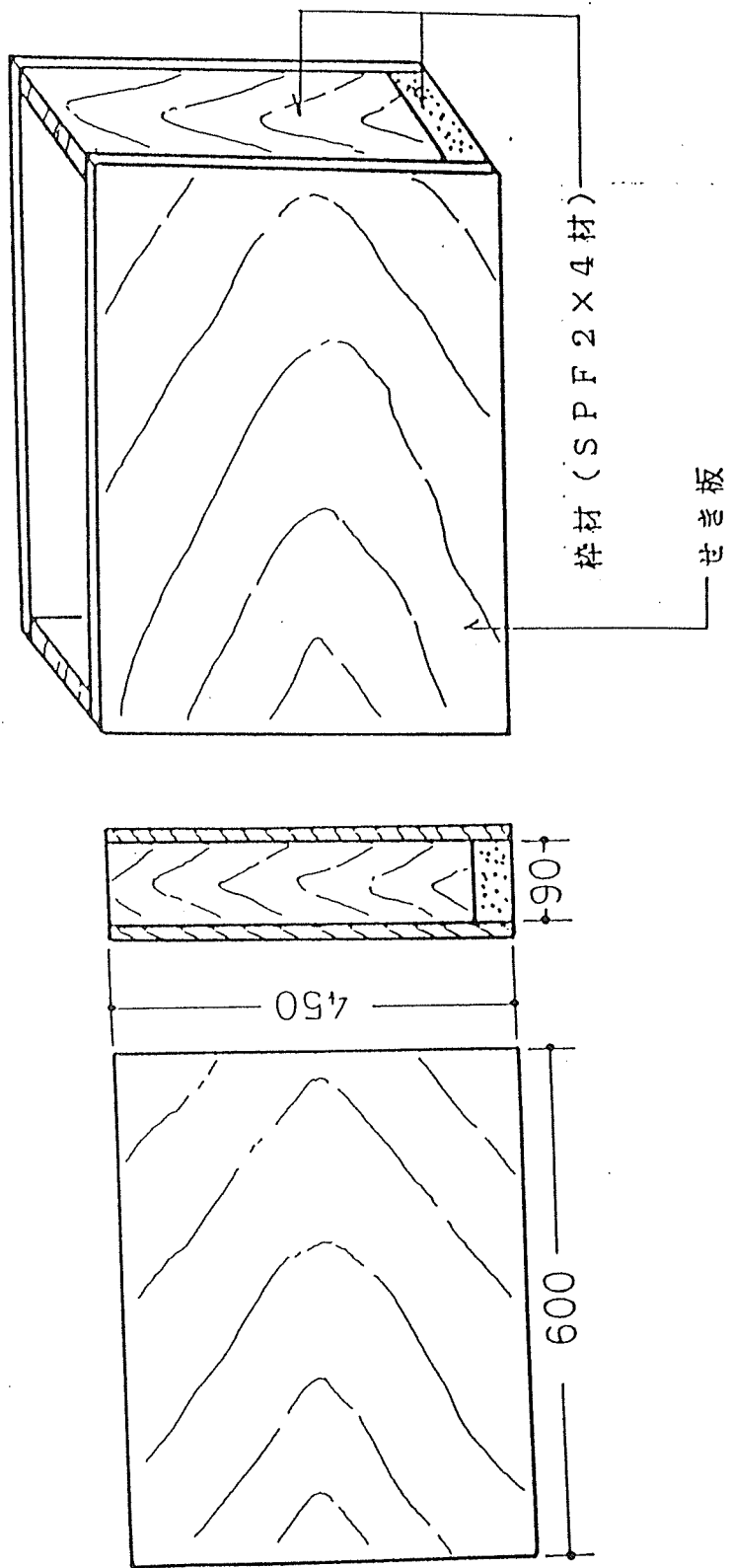


図2-1 コンクリート型枠試験体

3. 試験方法

試験に用いたコンクリートは、業者に外注したが、表3-1に示す調合条件のコンクリートである。

表3-1 コンクリートの調合条件

水	1 7 5 kg / m ³
普通ポルトランドセメント	2 9 2 kg / m ³
細骨材（川砂 JASS 5）	8 9 4 kg / m ³
粗骨材（碎石 JIS A 5005）	9 3 2 kg / m ³
混和剤（A E 減水剤）	0 . 7 3 0 g / m ³
水 / セメント比	6 0 %
スランプ	1 8 cm
空気量	4 %

コンクリートの打設の様子を写真に示す。コンクリートは流し込んだ後、パイププレートにより振動して空気を排除した。打設後、屋内で7日間の養生の後、脱型し、つぎのような項目について、測定、観察を行った。なお、試験体重量、せき板の含水率は、打設後の養生期間中も経時的に測定した。

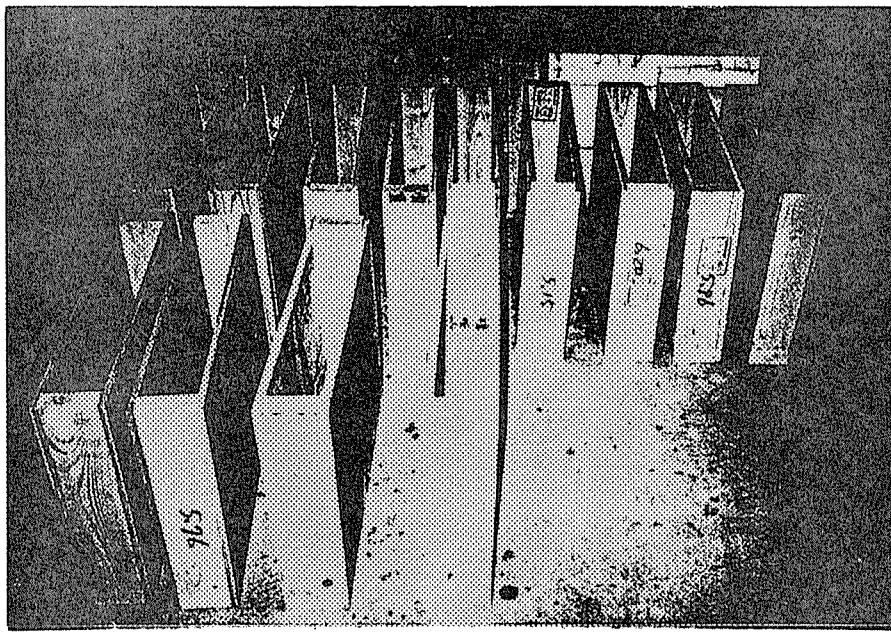
1) 試験体の重量変動

台ばかりを用いて、試験体全体の重量を経時的に測定した。

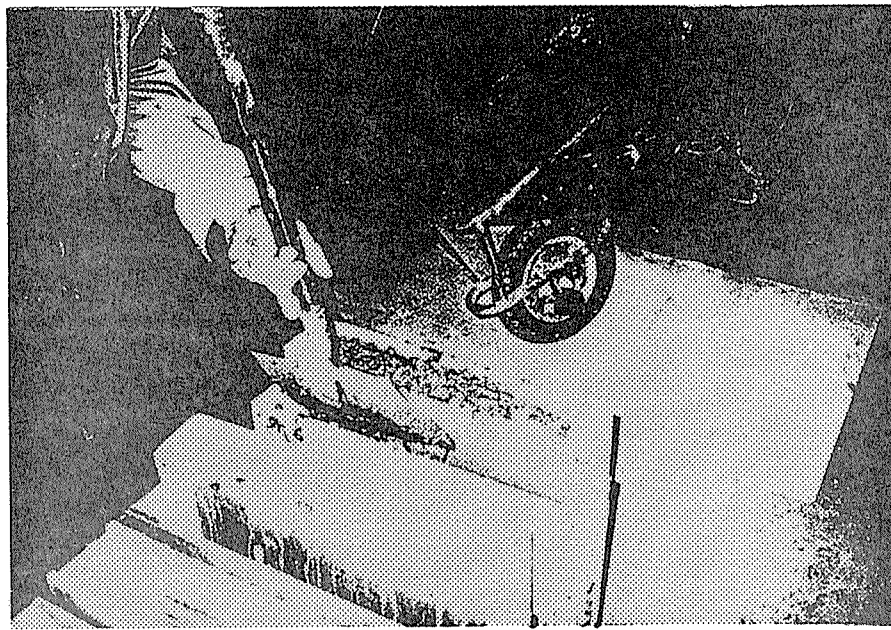
2) せき板の含水率

高周波式水分計（ケット科学研究所社製モコ）により、せき板中央付近の含水率を経時的に測定した。

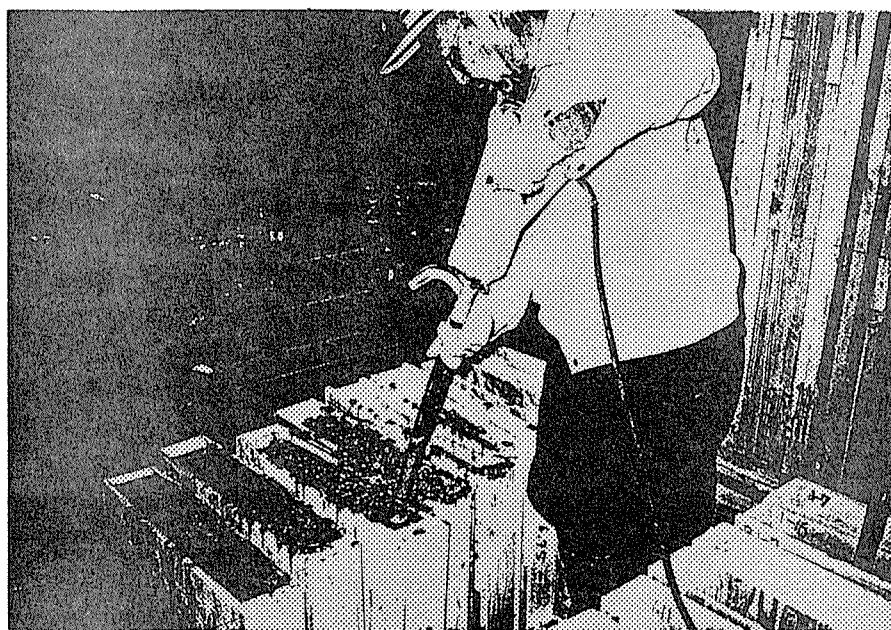
脱型後の観察項目はつぎのとおりである。脱型時にはせき板、コンクリートの両面の様子を観察記録すると共に、写真により記録した。



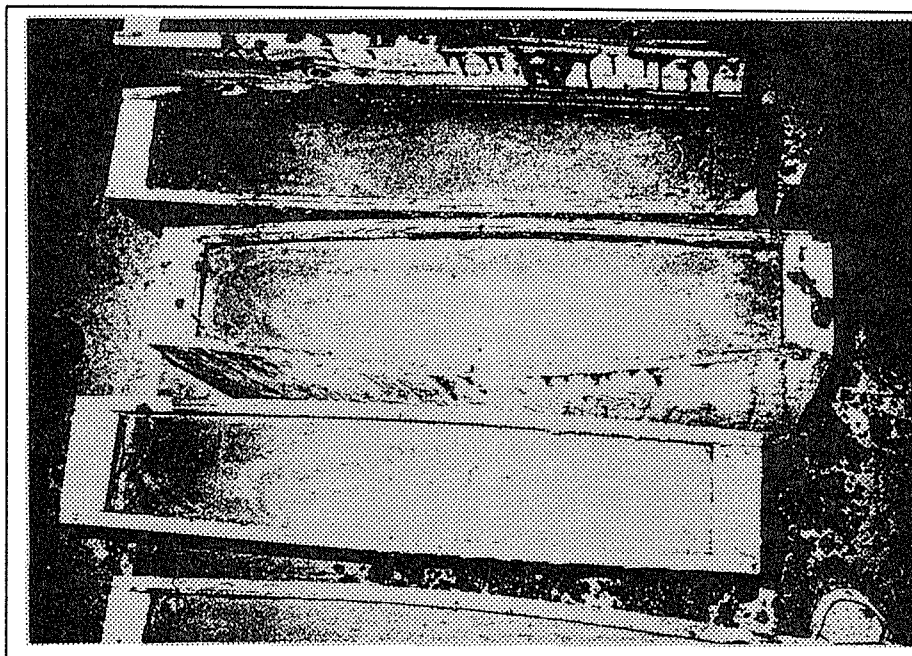
写 真 No.	3 - 1
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
せき板を打ちつけた打設前の型枠試験体	



写 真 No.	3 - 2
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
コンクリートの打ち込み	



写 真 No.	3 - 3
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
バイブレータによる空気抜き	



写 真 No.	3 - 4
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
打ち込み直後のコンクリート面	

- ① ノロもれの観察
- ② 含水率の測定
- ③ 重量測定
- ④ コンクリート面の観察（硬化不良、模様 of 転写、着色等）
- ⑤ せき板のコンクリート側の観察（むしれ、ノロ付き等）

4. 結果と考察

1) 硬化不良

硬化不良の現象が確認できた樹種は、カラマツである。合板および製材品の両方で硬化不良が確認され、これは材中成分である多糖類のアラビノガラクトンに起因している。アラビノガラクトンは水に溶解やすく心材部に多い。しかし、カラマツの表面にウレタン塗装を施したNo.18では硬化不良もむしろもなく、非常に良好なコンクリート面であり、表面塗装は有効な改良法といえる。

また、製材品でプレーナー仕上げを施さなかった、ベイマツ、スギでも軽度の硬化不良を確認できたし、OSBでは、ストランドの一部が剥離し、硬化不良が確認できた。これらは表面の平滑性がないために生じた硬化不良であろう。製材品では少なくともプレーナー等による表面の平滑性を確保する必要がある。

2) むしれ

製材品でプレーナー仕上げは、むしれがほとんど確認できないのに対して、仕上げ無しは、むしれが多い傾向にある。また、樹種的にはベイマツ、ベイツガが比較的むしれが確認できるに比べ、ラジアタパインはほとんど見られない。

3) ノロの付着

製材品では、ベイマツ、カラマツ、ベイツガでノロが全面的に付着していた。合板でもその傾向は同じであり、ラジアタパインが比較的ノロの付着が少ない傾向を示す。樹種を問わずノロの付着が多いのは春材部である。これは逆にいえば秋材部はノロの付着がなく年輪が鮮明に浮きでるため、木目を浮かしたせき板を用いれば、木目の付いたコンクリート面ができるであろう。

また、節の部分では節による凹凸が生じており、型枠のせき板としては問題があるが、デザインとしての利用法も考えられるのではないであろうか。

4) せき板の含水率と試験体の重量変化

養生期間中におけるせき板の含水率変化は、図4-1～4-7に示す。打設後数時間でどの試験体も含水率は急激に上昇する。その後、製材品では1～3日で含水率が低下して安定する傾向にあるが(図4-1、4-2)合板では小さな変動後含水状態が安定する(図4-3～4-6)。また、塗装合板では含水率上昇後の変動はほとんど見られない。

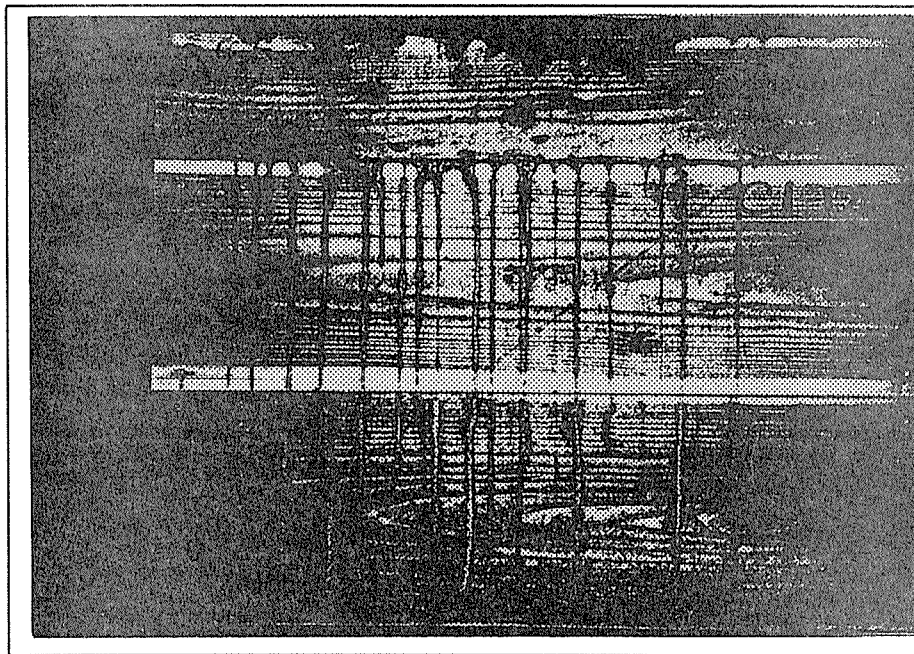
また、養生期間中におけるコンクリート躯体の重量減少変化を図4-8～4-11に示す。どの試験体も、打設後からの重量の減少率は小さい。打設時の重量（コンクリート+型枠材=47～55 kgf）を100として百分率で示すと、打設後4日目の重量減少率は概ね1%以下であり、1%を超えたのは製材のラジアタパインとベイツガだけである。また、脱型時の打設後7日目の重量減少率でも、最も大きいので4.5%程度である。減少率は製材の方が大きく4～3%である。それに対して合板類は、概ね2%以下であり、製材より少ない傾向を示す。また、ポリプロピレン板でも1～1.5%程度の減少傾向を示した。これらの重量減少率の原因は、試験体の支持枠材とせき板の隙間からの水分の漏れや流れだしであろう。製材は、合板に比べ板の継ぎ目が多いので減少率が大きいのであろう。板の継ぎ目からのノロの流れ出しも確認されている。また、実施時期が乾燥時期であるため木質系の材料は木材表面から放湿もしているためプラスチック系より減少率が若干小さいといえる。

5) 打設後のせき板のはらみ

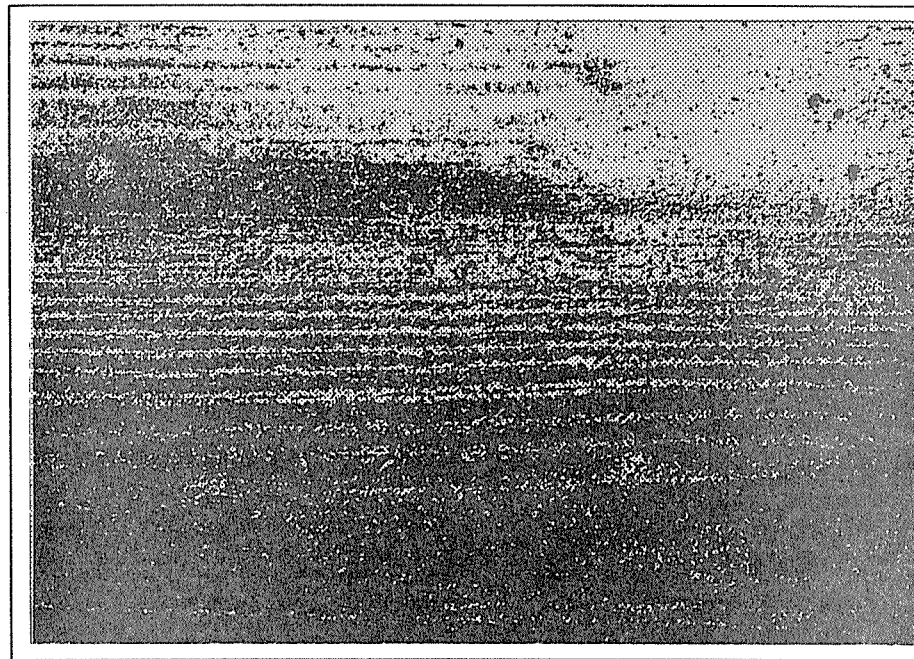
コンクリートの打設前と打設後のせき板のはらみ具合を測定した。測定は開口面でのせき板の中央部でのはらみ具合を測定した。3層合板の変形が大きく、変形角で示すと9mm合板で $1/15$ rad.、12mm合板で $1/30$ rad.である。それに対して12mm合板では大きいので $1/50$ rad.、少ないのは $1/100$ rad.程度である。製材品では、ほとんどはらみが確認できない。すなわち、せき板のヤング係数×板厚の積である剛性EIの大きさに準じてはらみ具合も大きくなっている。

表 4 - 1 コンクリート打ち込み試験（型枠せき板の観察）

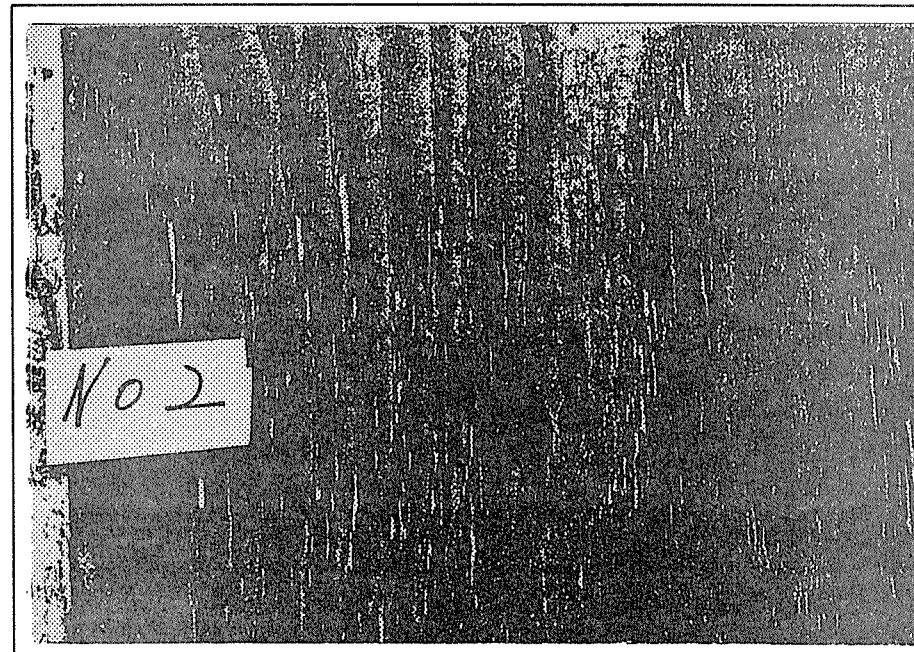
番号	種類 樹種	型枠 記号	ノロ付着	硬化不良	その他
1	ハイツ	A2P A12	全面 "	軽微 "	継ぎ目からノロ漏れ
2	スキ	B3P B8	" "	軽度	黄味をおびた
3	カラマツ	C12P C9	甚だ有り "	軽微 "	継ぎ目からノロ漏れ 軽微なむしれ
4	ラジター ハイン	D1P D15	有り 大いに有り	なし 軽微	
5	ハイツガ	E2P E11	全面 "	なし なし	継ぎ目からノロ漏れ 全面に小片のムシレ有り
6	スキ幅 はぎ	F5 F8+	春材部 "	なし なし	各板反り小 反り大 23/450
7	ラジ 複合	3 7	殆ど無し 全面	軽微 "	少々着色有り
8	ハイツ	2 31	ほぼ全面 有り3mm厚	なし なし	むしれ有り、木目が鮮明
9	ラジター ハイン	25 26	春材部少々 "	なし なし	
10	ラジター ハイン	19 21	軽微30% 軽微15%	なし なし	
11	O S B	2 1	全面 なし	軽度 "	一部ストラット剥がれ "
12	ハイツガ	27 32	木理の乱れ 春材割ニソク	節部 軽微	ムシレ少々あり
13	ハイツ ハイツガ	31 32	秋材部 "	なし なし	春材部ムシレ小 "
14	ラジ	11 4	極小全面	軽微 全面あり	全面赤褐色しみだし
15	Wカラマツ Gカラマツ	30 5	春材部 全面	全面あり "	秋材のみ鮮明に残る
16	複合 ラジター	9 15	春材部少々 "	なし なし	
17	複合 複合	24 20	少々全面 "	なし なし	
18	塗複合 塗カラマツ	23 6	微少 "	なし なし	コンクリート面きれい "
19	ウレタン 塗装	A B	なし "	なし なし	光沢ありきれい 光沢ありきれい



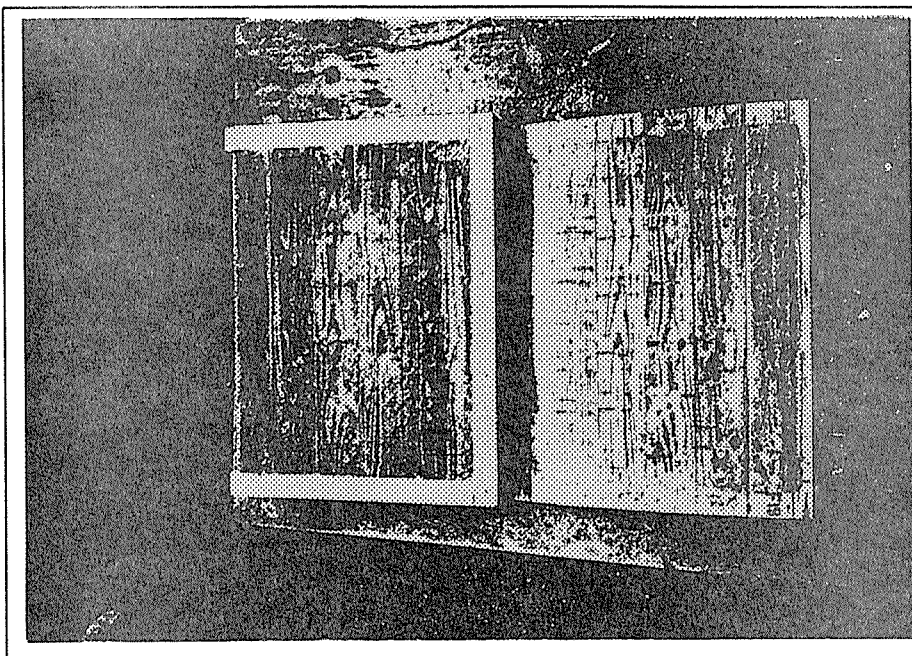
写 真 No.	4 - 1
供試体記号	3 カラマツ製材
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
せき板の継ぎ目からノロの漏れ。	



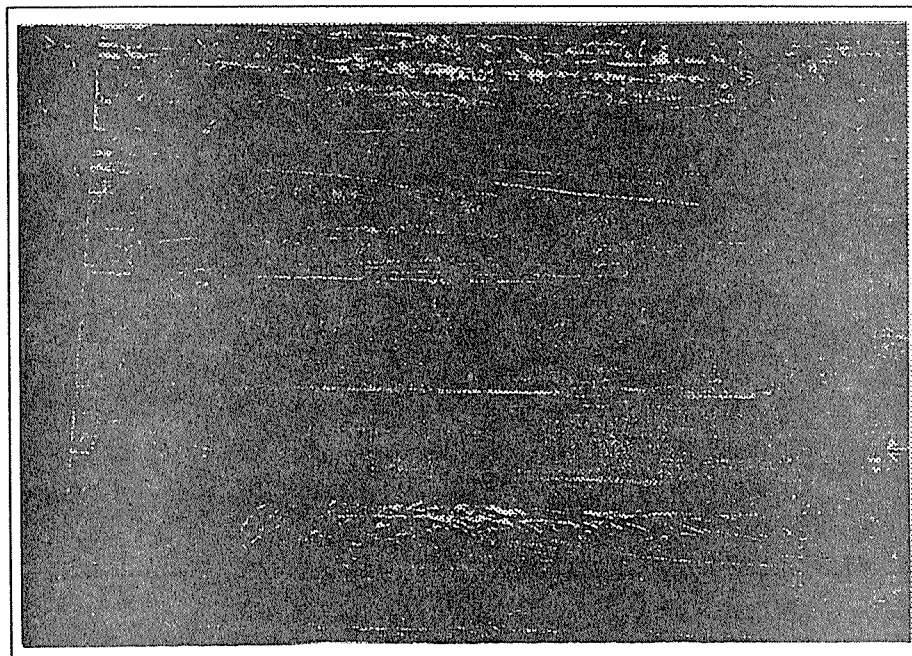
写 真 No.	4 - 2
供試体記号	3 カラマツ製材
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
プレーナー無しのカラマツ製材側のむしれ	



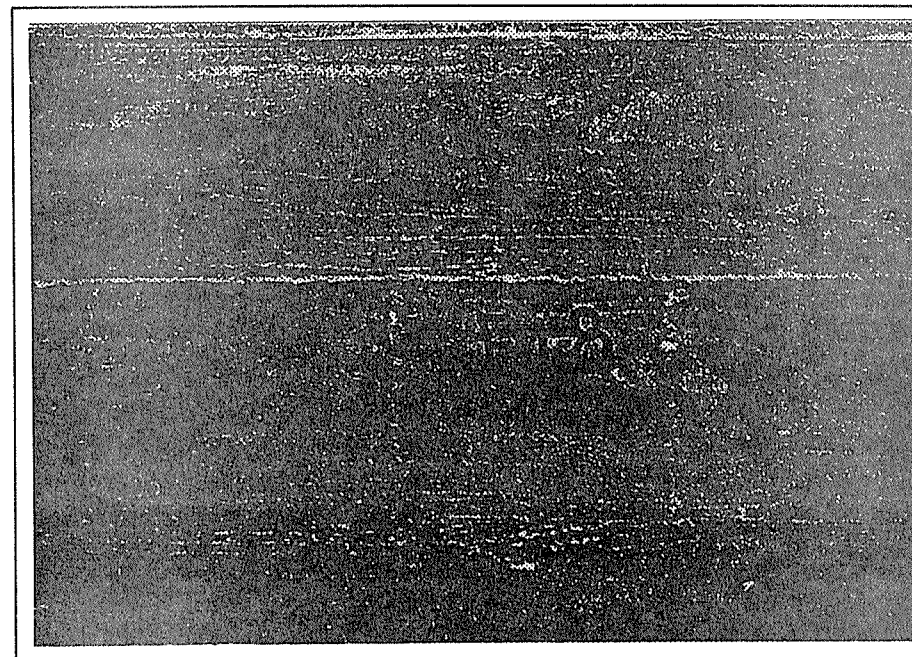
写 真 No.	4 - 3
供試体記号	8 ベイマツ合板
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
ベイマツ合板のむしれ	



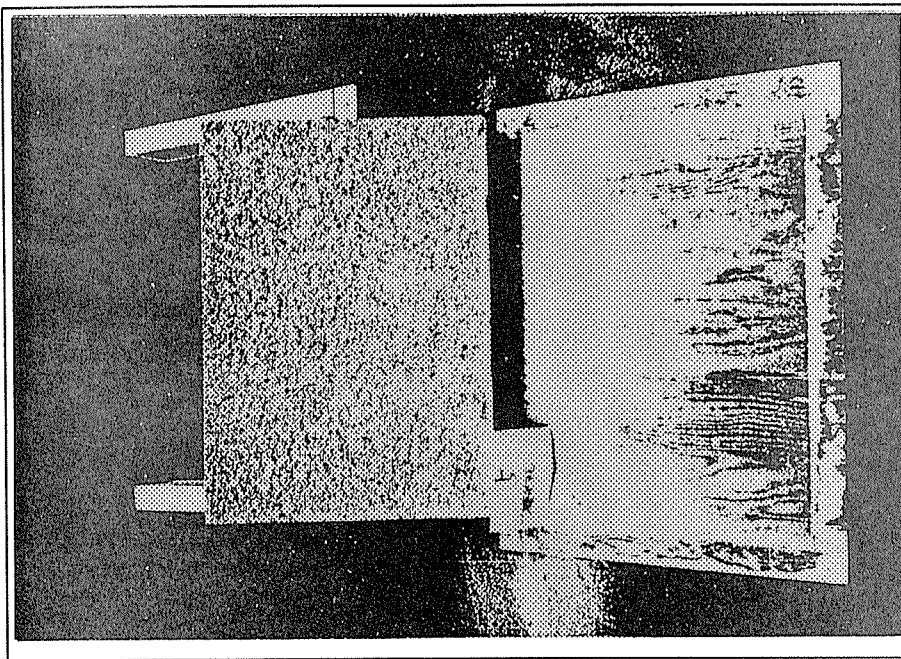
写 真 No.	4 - 4
供試体記号	6 幅はぎ板
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
幅はぎ板のせき板とコンクリート面 木目が鮮明	



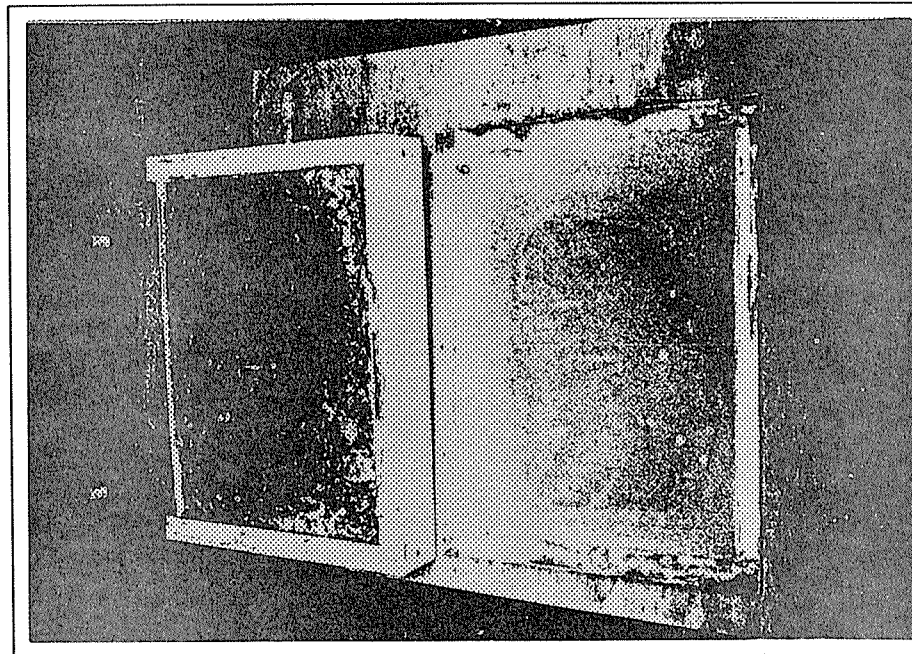
写 真 No.	4 - 5
供試体記号	6 幅はぎ板
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
スギ幅はぎ板の打説後の状況 <i>(注)</i>	



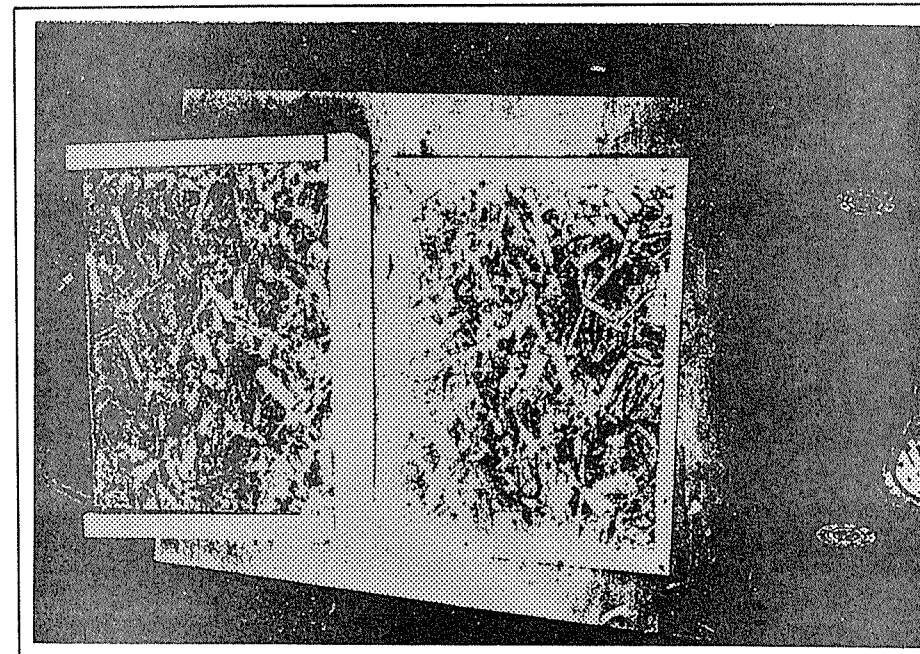
写 真 No.	4 - 6
供試体記号	6 スギ幅はぎ板
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
コンクリート面 せき板の継ぎ目、スギの春材部にむしれが確認できる	



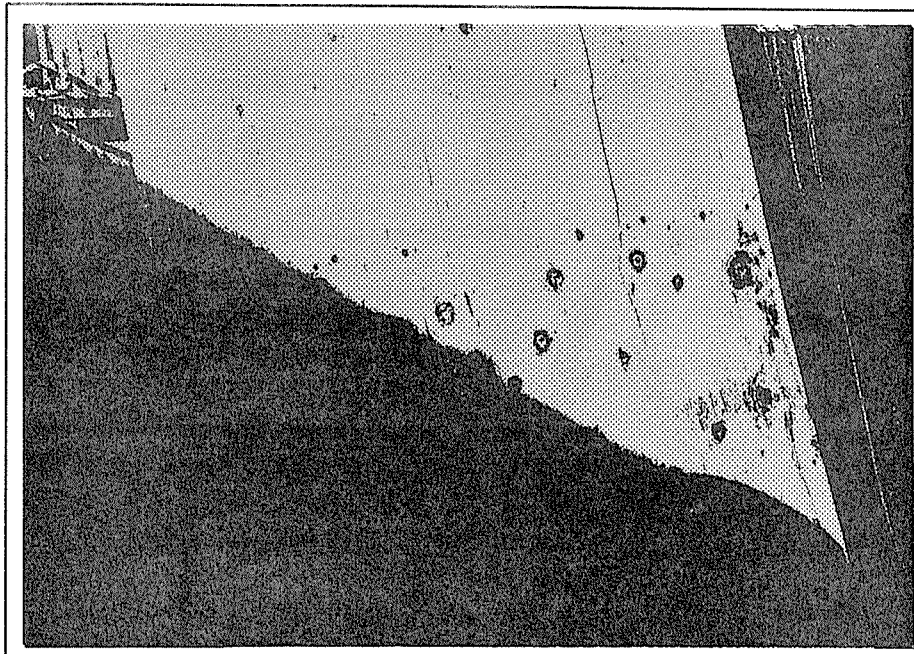
写 真 No.	4 - 7
供試体記号	1 5 カラマツ合板
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
<p>カラマツ合板（ソ連カラマツ）の打設面とコンクリート面硬化不良が全面にわたっている。</p>	



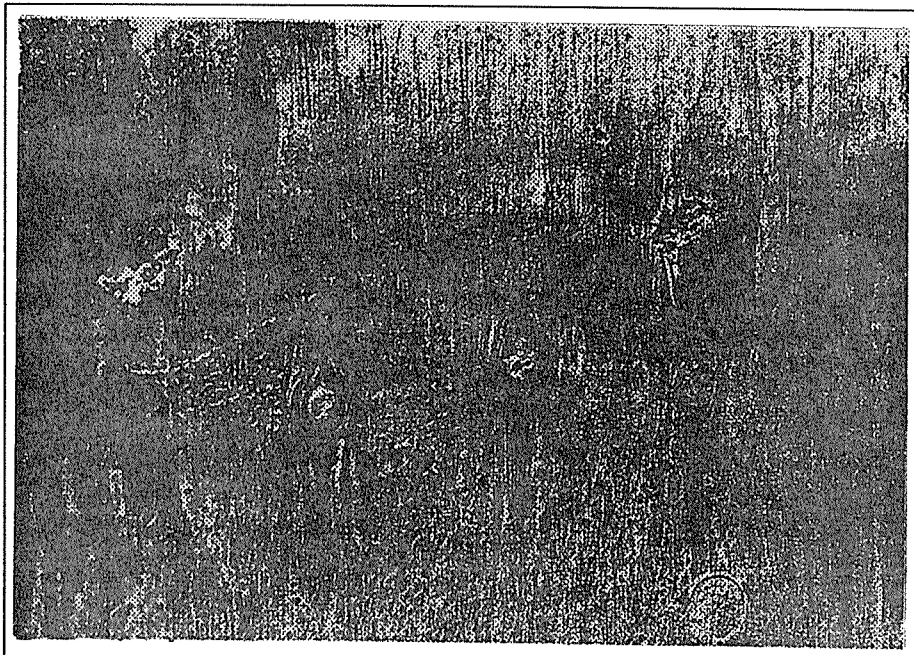
写 真 No.	4 - 8
供試体記号	3 カラマツ塗装合板
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
<p>同じソ連カラマツ合板であるが表面にウレタン塗装がされているため、硬化不良を生じていない。非常にきれいなコンクリート面である。</p>	



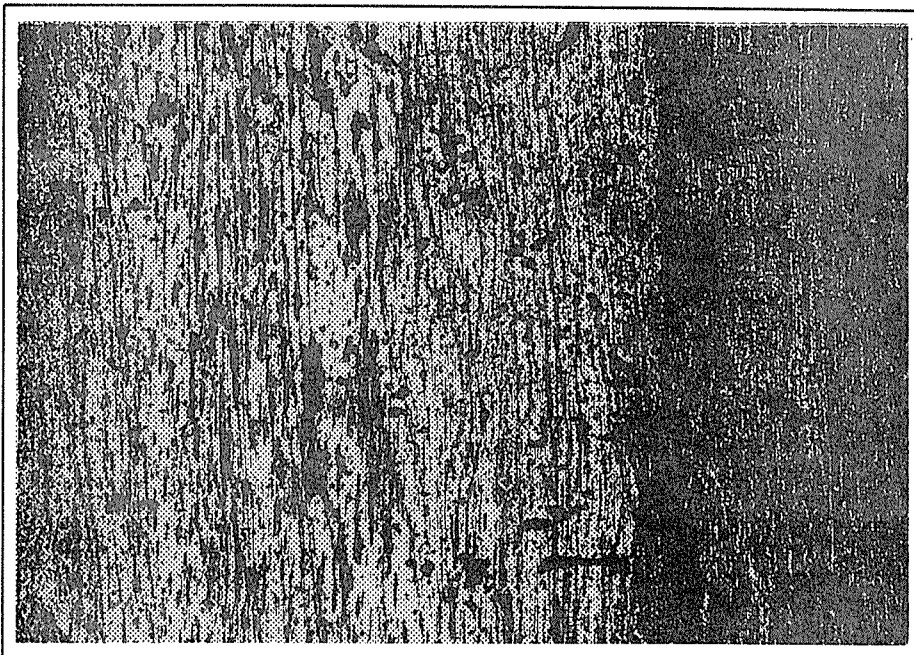
写 真 No.	4 - 9
供試体記号	1 1 O S B
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
<p>ストランドのむしれと軽度の硬化不良が見られる。</p>	



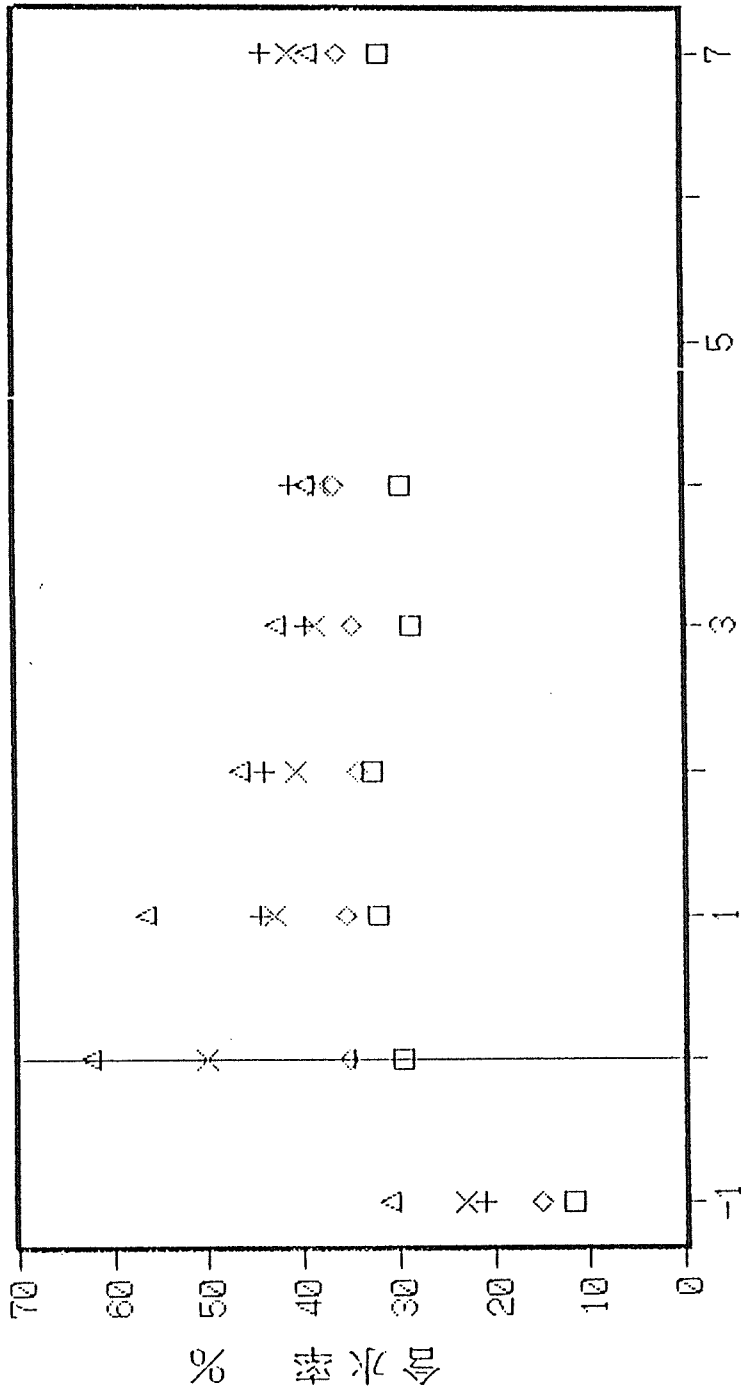
写 真 No.	4 - 1 0
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
<p>現場で使用された針葉樹合板（ベイマツ）の1回打設後の状態。節が多く干割れが目につく。（新砂の現場）</p>	



写 真 No.	4 - 1 1
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
<p>脱型後のコンクリート面。節部が凸凹している。（新砂現場）</p>	



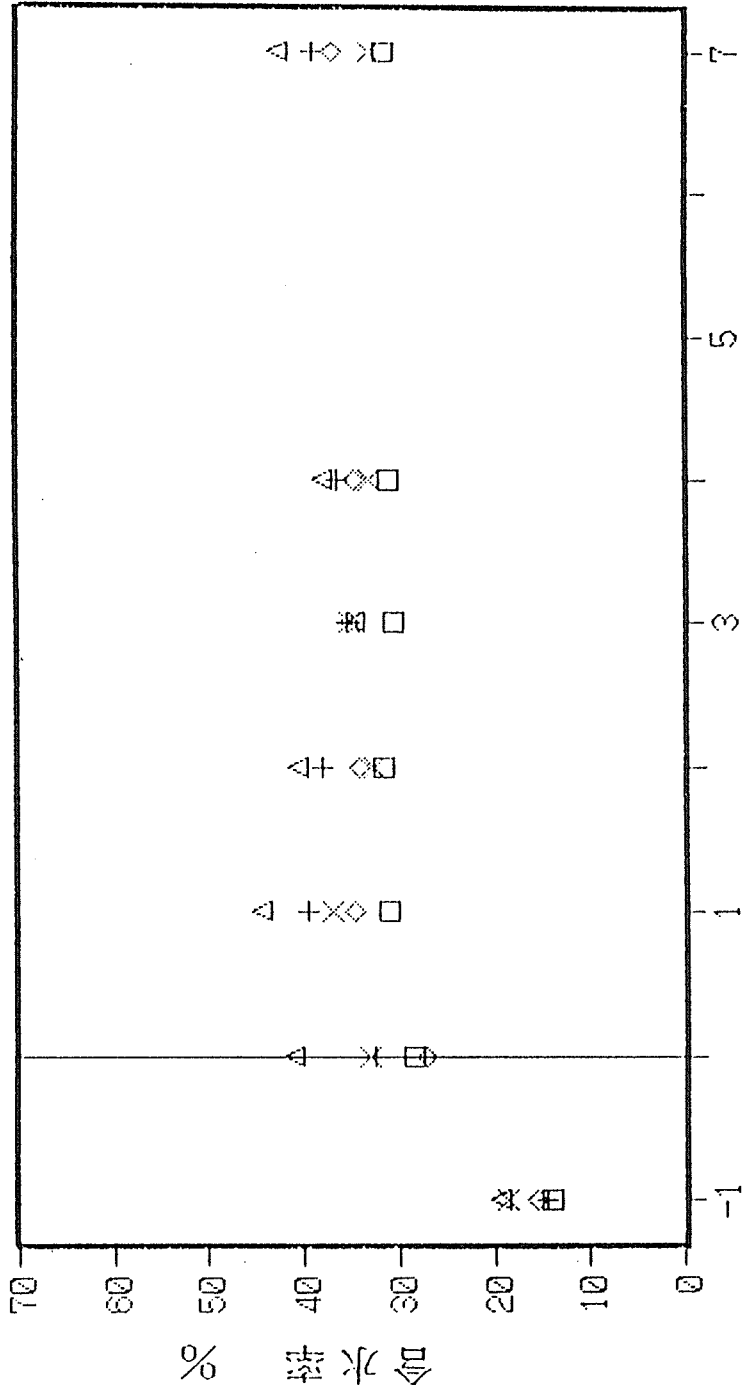
写 真 No.	4 - 1 2
供試体記号	
撮影年月日	1991/12
概 要 説 明	
<p>打設後のコンクリート面着色 ラワン合板による着色 （新砂現場）</p>	



打設後経過日数 日
 □ ベイヤツ + スヰ ◇ ガマツ △ ア列 × ベイヤツ

図4.1 型枠せき板の含水率変動

※) 製材ブレンダーナー掛け

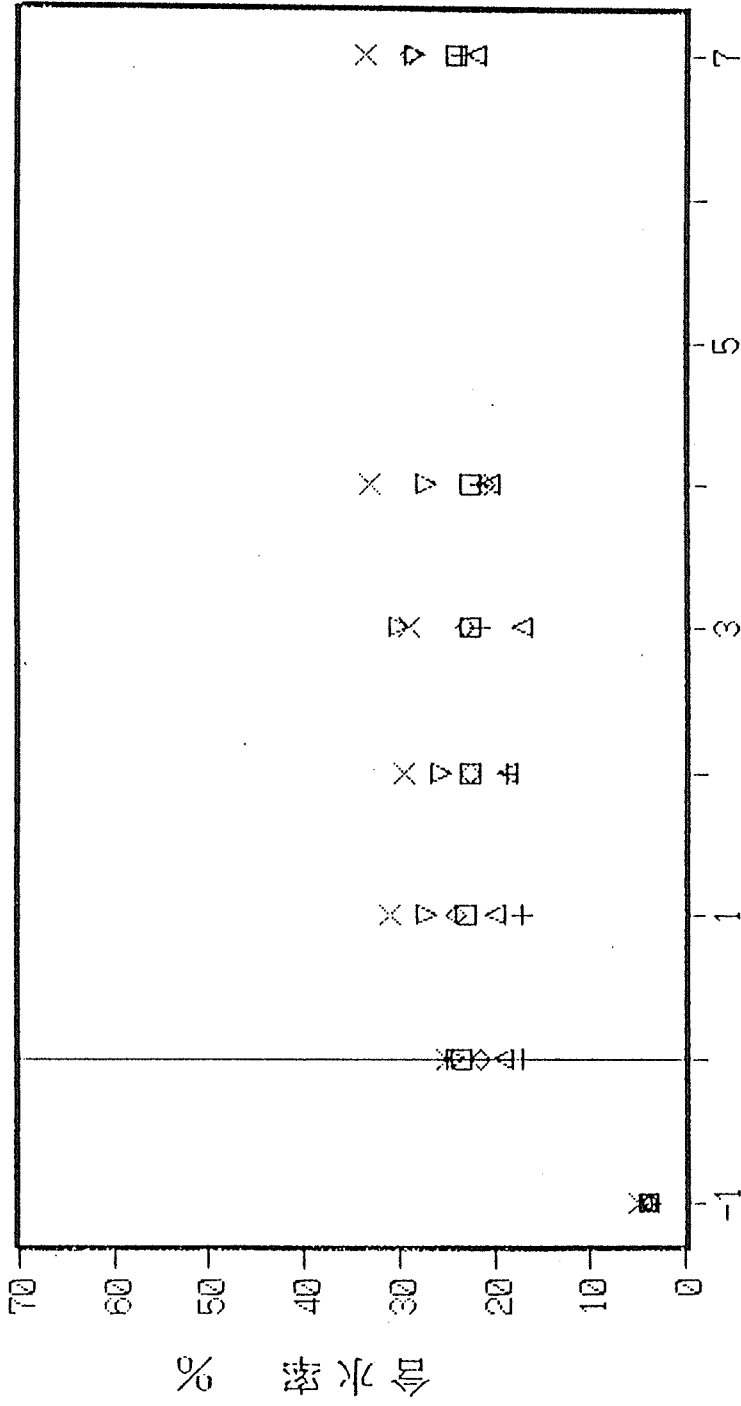


打設後経過日数 日

○ ベイヤツ + スギ ◇ カラム △ ラジアル × ベイヤツ □

図4.2 型枠せき板の含水率変動

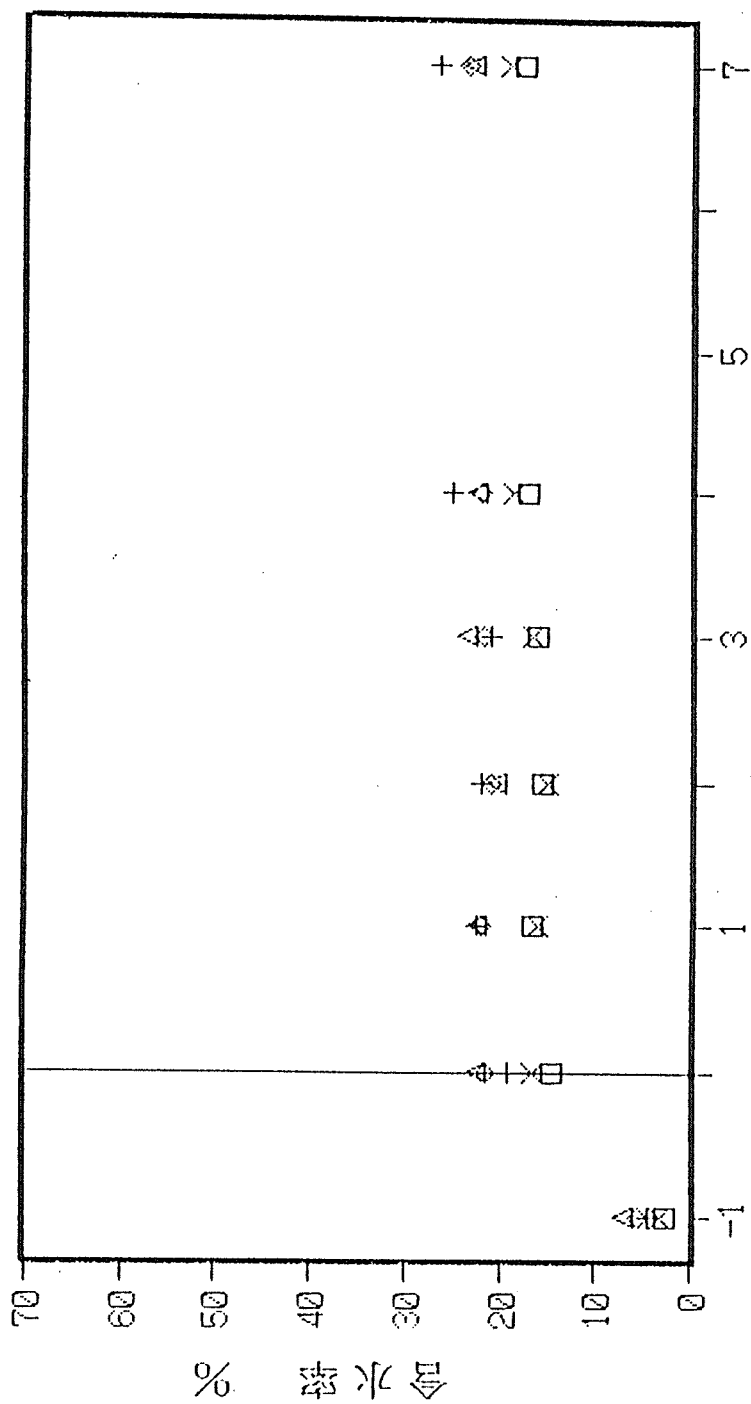
※) 製材ブリーダー掛け無し



打設後経過日数 日
 □ DF(2) + DF(31) ◇ DF(31) △ HEM(27) × HEM(32) ▽ HEM(32)

図4.3 型枠せき板の含水率変動

※) DF: ベイマツ合板、HEM: ベイツガ合板



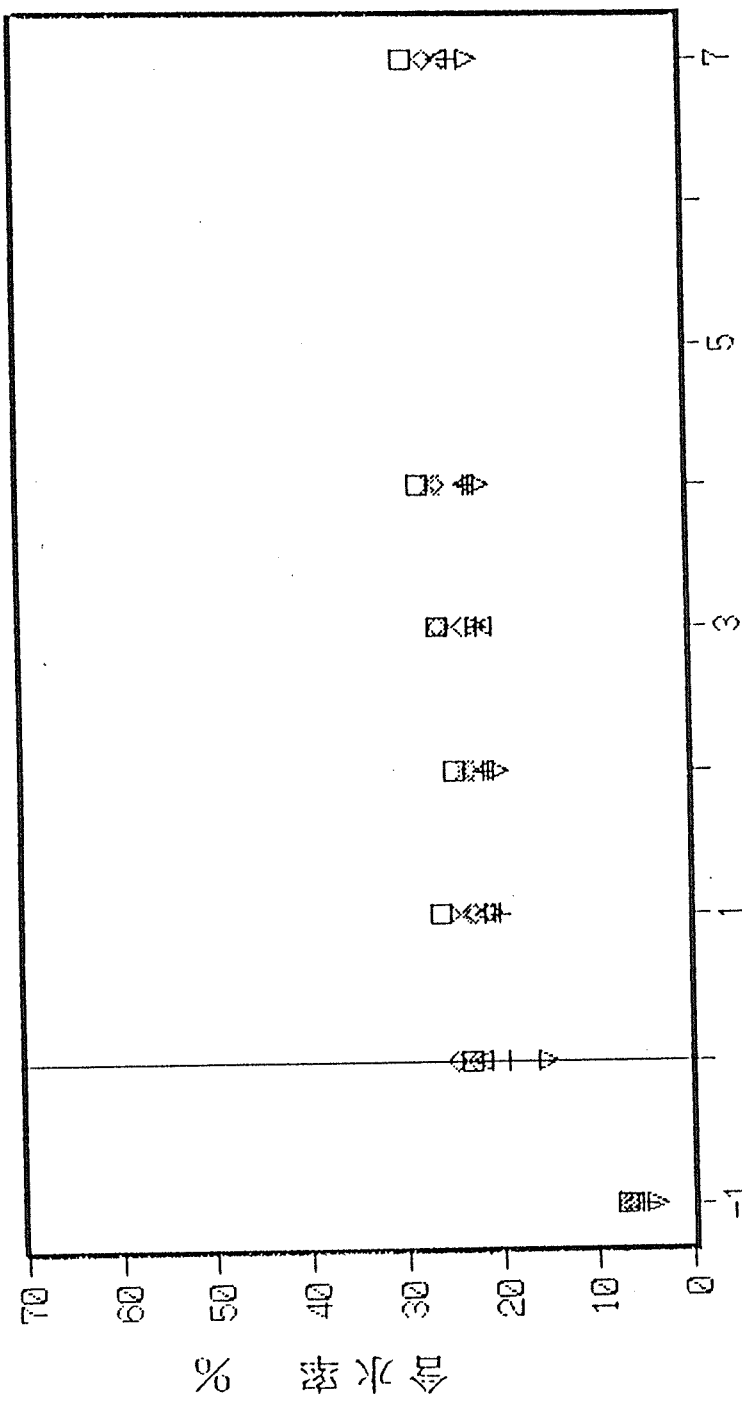
打設後経過日数 日
 □ L(3) + L(11) ◇ L(4) △ RL-RP(24) × RL-G(20)

図4.4 型枠せき板の含水率変動

※) L: ラワン合板、

RL-RP: レットラワン - ラシアータイン複合合板、

RL-G: レットラワン - ソ連カラマツ複合合板

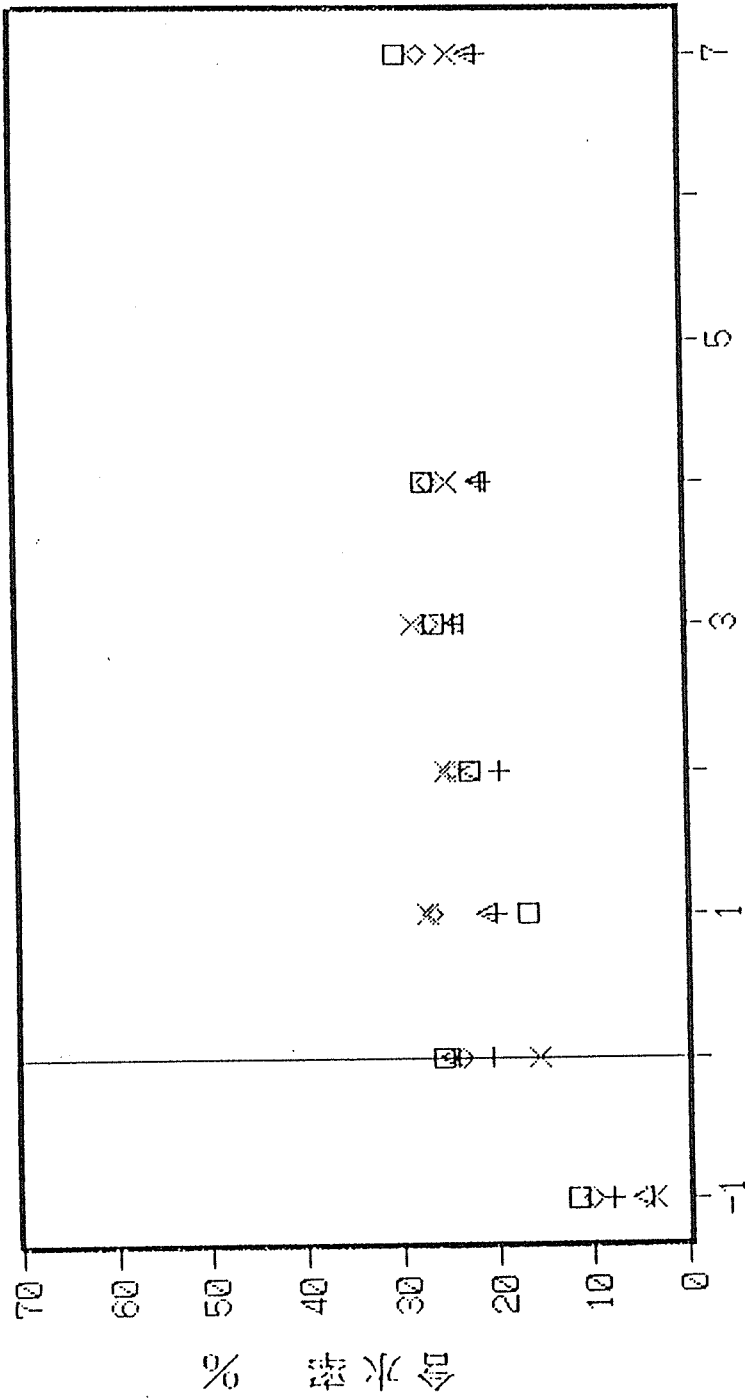


打設後経過日数 日
 □ RP(25) + RP(26) ◇ RP(19) △ RP(21) × RP(15) ▽ RP-RL(9)

図4.5 型枠せき板の含水率変動

※) RP: ラジ「ア-タハ」イン合板、

RP-RL: ラジ「ア-タハ」イン - レット「ラ」複合合板



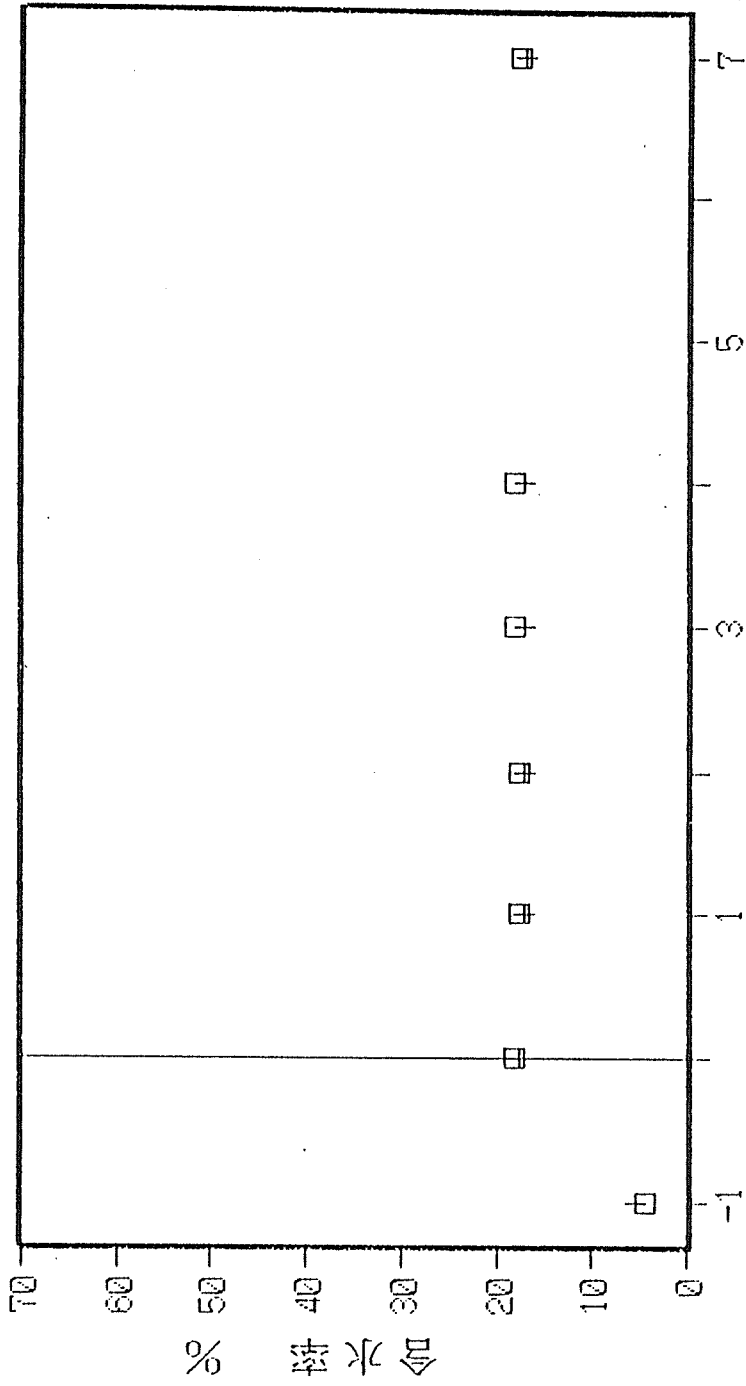
打設後経過日数 日
 □ K-G(7) + WL(30) ◇ G(5) △ OSB(2) × OSB(1)

図4.6 型枠せき板の含水率変動

※) K-G: カホール - ソ連カラマツ複合合板、

WL: ウェスタラチ合板、

G: ソ連カラマツ合板



打設後経過日数 日

□ RP-RL (23) + G(6)

図4.7 型枠せき板の含水率変動

※) 塗装合板

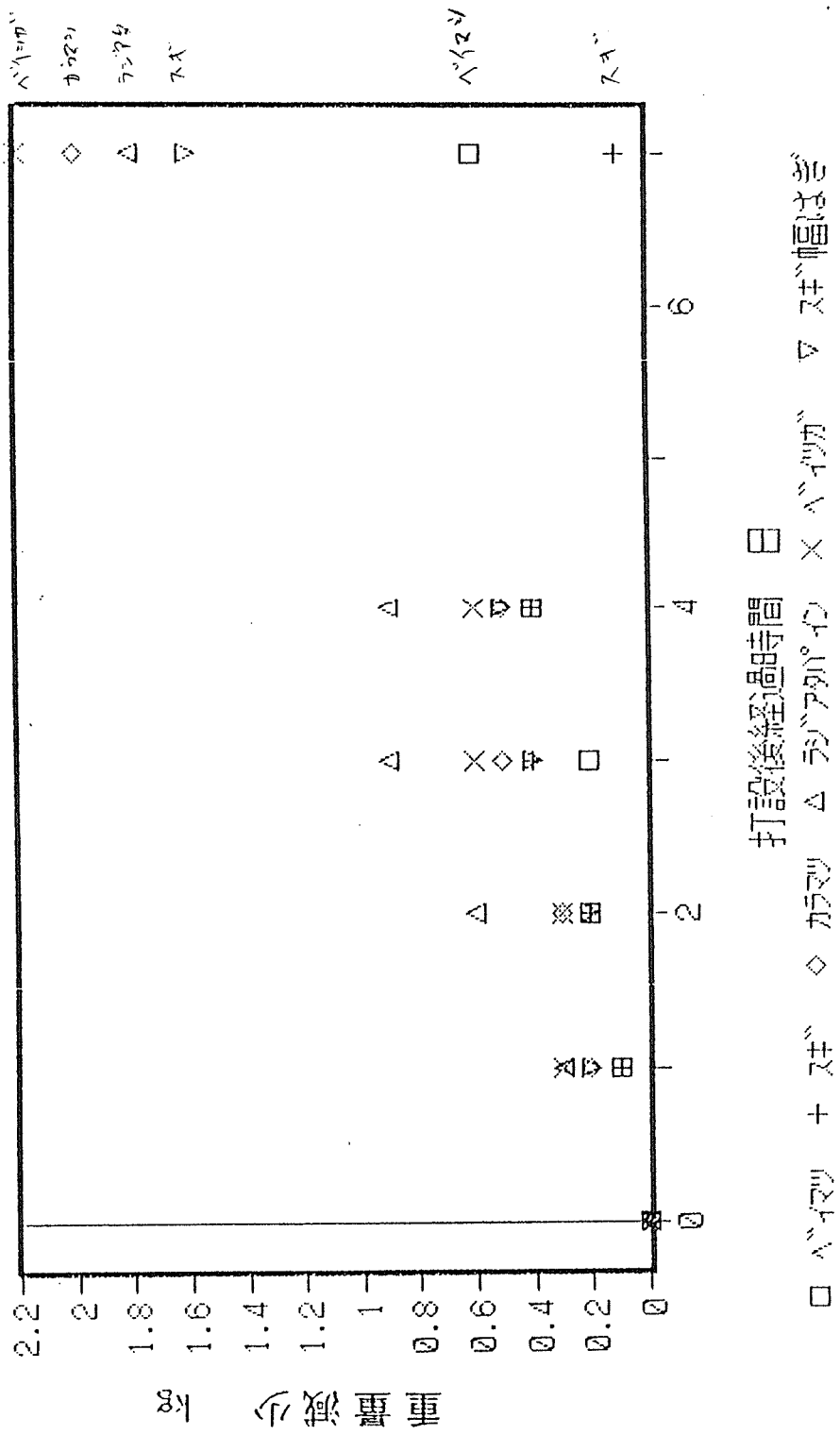
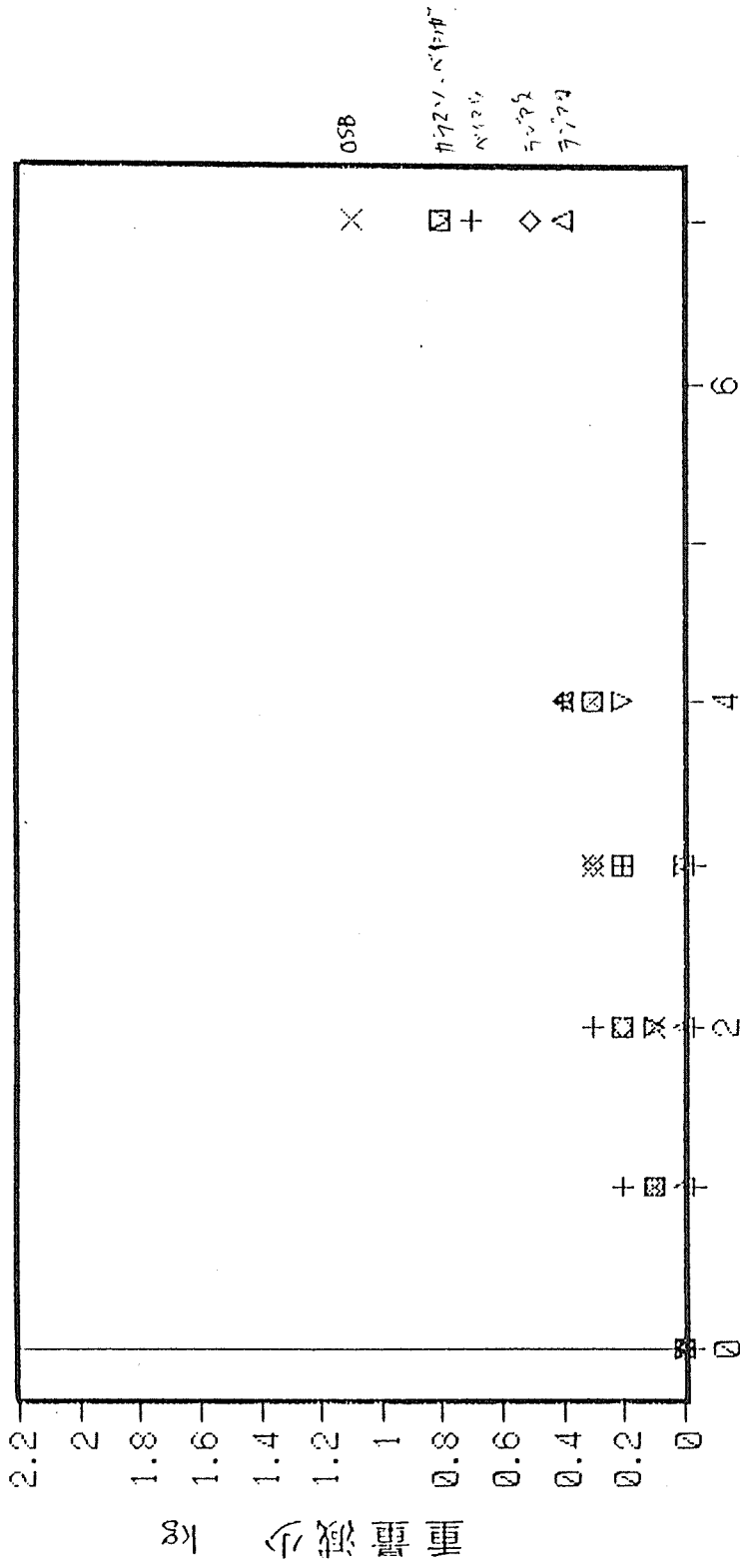


図4.8 各試験体の打設後の重量減少

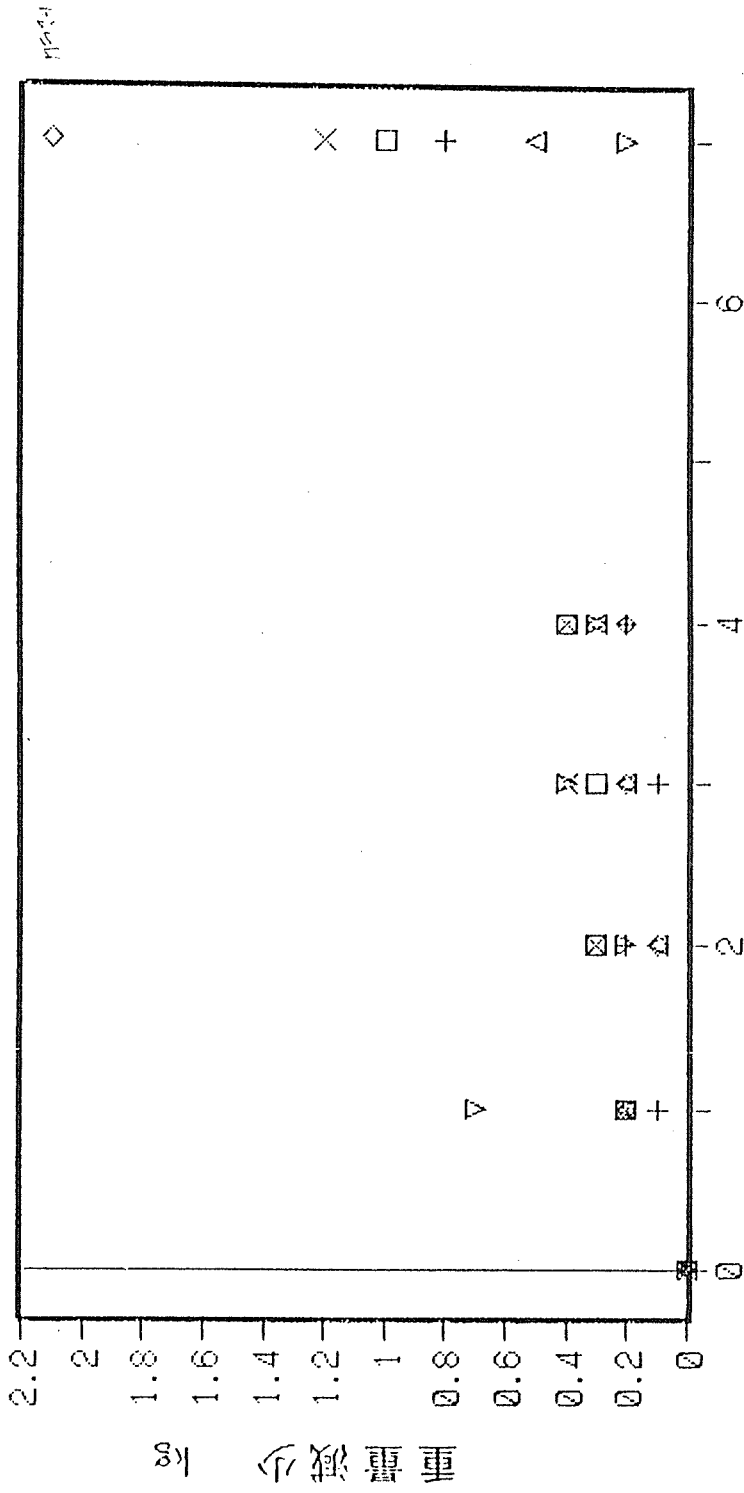
せき板：製材



打設後経過時間 日
 □ L, K-G + DF ◇ RP1 △ RP2 × OSB ▽ HEM

図4.9 各試験体の打設後の重量減少

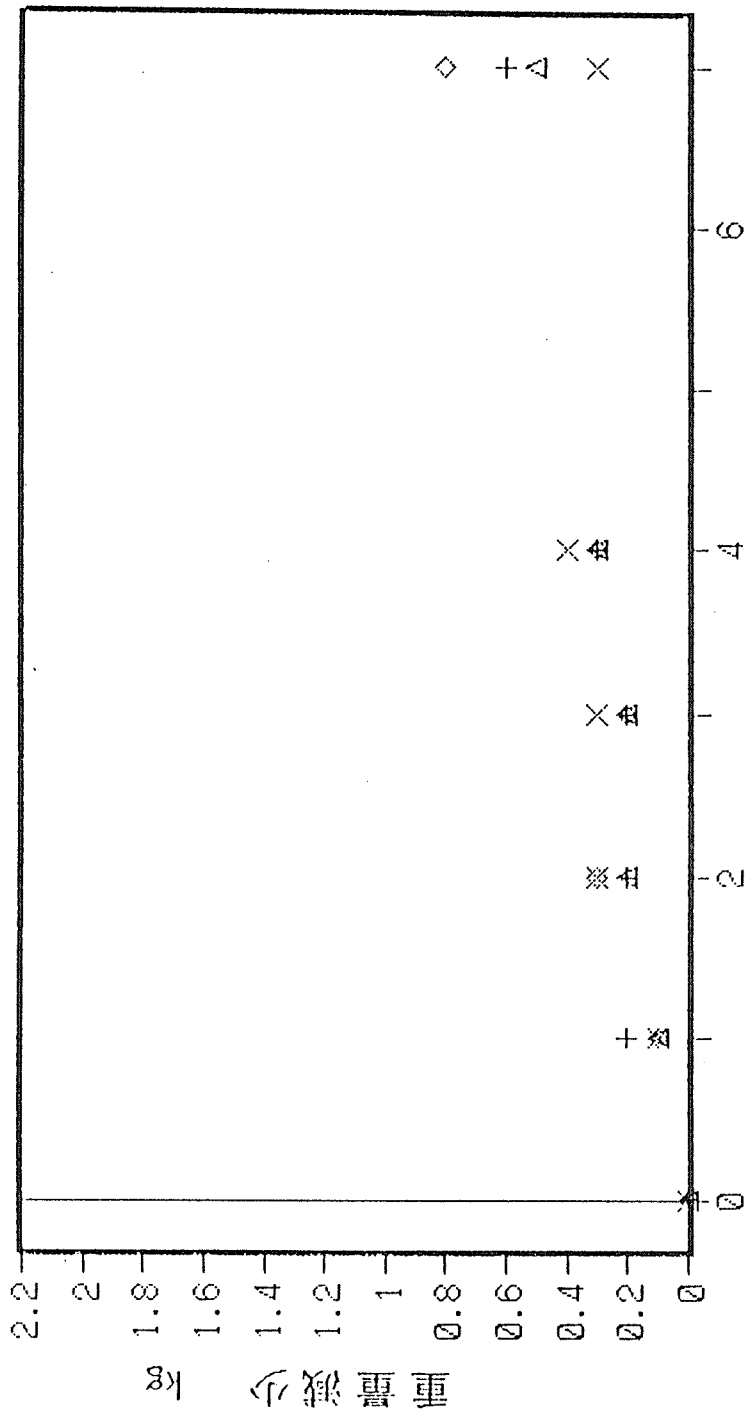
合せ板：合板



打設後経過時間 日
 □ DF,HEM + L ◇ WL,G △ RP-RL,RP × RL-RP,RL-G ▽ RP-RL,G塗装

図4.10 各試験体の打設後の重量減少

せき板：合板



打設後経過時間 日
 + GFRPP板1 ◇ GFRPP板2 △ GFRPP板3 × ウルトラ塗装(合板, GFRPP)

図4.11 各試験体の打設後の重量減少

せき板：ガラス繊維強化ポリプロピレン (GFRPP)

5. まとめ

打設試験より明らかになったことをまとめるつぎのとおりである。

1) 硬化不良は、カラマツ以外は少ない。しかし、せき板の表面の平滑性が悪いと軽度の硬化不良を生じる。平滑性はむしろの問題にも影響を及ぼすので、製材品であれ、プレーナー程度の平滑性は必要である。

2) 針葉樹材は、広葉樹に比べ春材と秋材の区分が明確で年輪木理をコンクリート面に転写する。その場合春材部にはノロの付着を生ずることもある。また、針葉樹に多い節も転写され凹凸を生じデザイン的にはおもしろいが、型枠用せき板としては問題となろう。

3) 以上の2点を解決する方法としては、せき板の表面塗装をすれば可能となる。今回の試験でもカラマツの表面にウレタン塗装を施したせき板合板は、非常に美しいコンクリート面を見せている。また塗装は、せき板の転用回数の割り増しにも有益であり、一石三鳥ぐらゐの効果があると思われる。

4) 木材表面をそのまま、せき板に使用する場合、樹種的にはラジアタパインが硬化不良、むしろ等の問題が最も少ない。しかし、狂いやそりが比較的大きいのでこれらを解決するにも表面塗装が有効である。但し、塗装量は 200 g/m^2 以上が必要である。

5) 製材品では、作業性が悪いのでスギの幅はぎ板(No.6)を用いたが、硬化不良やむしろではそんなに問題はないが、板厚が薄いせいもありそりや狂い及び節部の凹凸などが気になるところである。今回の試験でははらみはあまり気にならなかった。

6) せき板の含水率は、コンクリート打ち込み後24時間程度で初期含水率の概ね1.5~2.5程度に増加する。高周波水分計(モコ)による計測に依れば、打設後7日目のせき板の含水率は製材で30~40%、合板で20~30%であった。

付表1・型枠板の諸性能

92/1/20

番号	種樹	種類	型枠記号	合板の単板構成(mm)	厚さ (cm)	X=平均 S=偏差	含水率(%) 平均	密度 g/cm ³	X=平均 S=偏差	全乾密度	ヤング係数 ×10 ³ X=平均	備考
1	製材 ベイマツ		A-2P	幅17.5cmの板を2枚と1/2釘で 枠に留め付け、型枠を構成	1.585	X=1.542	14.6	0.508	X=0.520	0.444	80.7	
			A-12		1.500	S=0.049	17.5	0.534	S=0.013		100.6	
2	製材 スギ	B3-P B-8	1.640		X=1.607	27.3	0.404	X=0.410	0.352	51.8	X=57.9	
			1.585		S=0.028	18.2	0.390	S=0.014		67.2	S=12.8	
3	製材 カラマツ	C12P C-9	1.530		X=1.518	16.6	0.515	X=0.514	0.458	74.8	X=88.9	
			1.530		S=0.027	17.3	0.533	S=0.010		114.8	S=16.7	
4	製材 ツグハクイ	D-1P D-15	1.585		X=1.562	88.2	0.654	X=0.596	0.385	82.7	X=81.4	
			1.510		S=0.036	24.3	0.477	S=0.100		101.4	S=12.3	
5	製材 ベイツガ	E-2P E-11	1.560		X=1.587	28.7	0.484	X=0.552	0.438	65.8	X=68.5	
			1.585		S=0.029	20.6	0.501	S=0.067		82.7	S=82.7	
6	製材 スギ幅はぎ	F-5 F-8+	1.134	X=1.059		0.356	X=0.390	0.347	28.3	X=53.6		
			1.000	S=0.065		0.407	S=0.023		60.8	S=18.5		
7	合板 複合	3 7	1.45-3.45-1.45-3.45-1.55 RL	板+合板 t=1.370 密度0.443	1.135		3.6	0.401		0.361	35.8	
			1.55-3.45-1.65-3.45-1.60 K G K G K		1.170		16.5	0.719		0.638	55.7	
8	合板 ハハツ	2 31	1.45-3.65-1.65-3.65-1.65 DF		1.205		4.0	0.539		0.488	46.7	3層合板
					1.205		2.3	0.482		11.3		
9	合板 ツグハク	25 26	1.65-3.50-1.55-3.35-1.65 RP		1.165		9.0	0.586		0.525	33.3	
			1.45-3.10-2.90-3.10-1.45 RP		1.200		7.2	0.519		0.470	41.4	
10	合板 ツグハク	19 21	1.55-3.30-1.55-3.75-1.55 RP		1.170		10.3	0.595		0.533	44.9	
			1.85-3.25-1.70-3.20-1.70 RP		1.170		11.1	0.608		0.543	53.3	
11	OSB	2 1			1.105		5.0	0.602			61.9	
					1.100		4.3	0.653		57.3		
12	合板 ハハツ	27 32	2.50-2.45-2.30-2.60-2.45 HEM	1.230		6.8	0.579		0.522	35.8	3層合板	
				0.905		6.7	0.526		6.9			
	合板 ハハツ	31		1.205		---	0.482			11.3	3層合板	

1 3	アイガ	32	0.905	---	0.526	6.9	”
1 4	合板 板	11 4	1.105 1.195	6.0 11.9 7.5 10.3	0.494 0.609	38.8 50.3	
1 5	合板 板	30 5	1.175 1.180	9.9 12.3 15.5 11.9	0.609 0.682	37.5 50.6	
1 6	合板 複合	9 15	1.170 1.165	6.0 11.2 8.3 12.6	0.507 0.543	36.4 38.5	
1 7	合板 複合	24 20	1.170 1.135	7.0 10.8 5.8 9.8	0.547 0.564	37.6 52.6	
1 8	塗合板 複合	23 6	1.145 1.170	7.2 12.3 6.7 11.0	0.574 0.664	31.5 43.0	
1 9	ケイカル板	A B	0.809 0.801		1.105 1.089	73.8 72.4	
2 0	グラスファイバー 強化ポリ 板	A B C D E F	1.16~1.18	吸水する		繊維方向 21.2~23.8 直交方向 14.3~16.9	σ_b 240~308 214~219
2 2	塗装 板	UA UB					
2 3	塗装 板	UA UB					
備考		P: フ -掛	X:平均値 S:標準偏差 n=6 No.6 は、n=8	モコ比重 アイガ:0.51 スキ:スキ0.34 ガマ:0.49 合板:0.64			

付表2・型枠板の含水率

92/1/20

番号	種樹	種類	型枠記号	12/6 全乾	12/12 モコ	12/13	12/16 ◎	12/17 ①	比率 ①/◎	12/18 ②	12/19 ③	12/20 ④	12/21 ⑤	12/24 ⑧	比率 ⑧/①	12/24 ツツ側	12/24 COCO
1	製材 ベイマツ		A-2P A-12		14.6 17.5	14.0 14.5	11.5 14.0	29.5 28.5	2.57 2.04	32.0 31.0	32.5 31.5	28.5 30.5	29.5 31.0	31.5 31.5	1.068 1.105	34.5 37.0	9.1 6.6
2	製材 スギ		B3-P B-8		27.3 18.2	35.5 19.0	21.0 14.5	34.5 32.5	1.64 2.24	44.5 39.5	44.0 38.0	39.5 35.5	41.0 36.5	44.0 39.0	1.275 1.200	51.5 50.5	9.5 6.9
3	製材 カラマツ		C12P C-9		16.6 17.3	18.0 18.0	15.0 15.5	35.0 27.0	2.33 1.74	35.5 34.5	34.0 34.0	34.5 36.0	36.5 34.5	36.0 37.0	1.029 1.370	37.5 38.0	6.9 SO
4	製材 ツツハク		D-1P D-15		88.2 24.3	68.0 21.5	31.0 19.5	62.5 41.0	2.02 2.10	56.5 44.5	46.5 40.5	42.5 34.5	39.5 38.0	39.0 42.5	0.624 1.037	42.0 43.0	7.1 7.1
5	製材 ベイツガ		E-2P E-11		28.7 20.6	23.0 22.0	23.0 18.5	50.0 33.0	2.17 1.78	43.0 37.0	40.5 32.5	38.5 35.0	38.0 33.0	41.0 33.0	0.82 1.00	44.0 44.5	10.7 9.7
6	製材 スギ幅はぎ		F-5 F-8+ 合板			合板G スギG 合板G スギG	3.0 4.0	14.0 30.7 15.5 33.7	4.67 3.88	19.5 42.4 18.0 39.2	17.5 38.1 18.0 39.2	40.5 19.5 43.0	19.0 42.5 20.0 43.0	20.5 44.0 21.0 45.0	1.460 1.355	24.0 51.5 20.5 45.5	7.6 9.0
7	合板 複合		3 7	11.0 12.6	3.6 16.5		2.5 11.5	14.5 25.5	1.32 2.21	16.5 16.5	15.5 22.5	16.0 26.0	17.0 27.0	17.5 29.5	1.207 1.157	18.0 34.5	11.0 10.2
8	合板 ツツハク		2 31	10.6	4.0 2.3		4.0 3.5	23.5 17.0	2.22	23.0 17.0	22.5 18.5	22.5 21.5	22.5 21.5	24.0 23.5	1.021 1.382	23.5 31.5	SO SO
9	合板 ツツハク		25 26	11.6 10.6	9.0 7.2		7.0 5.0	23.0 19.0	1.98 1.79	26.0 20.0	24.5 21.5	26.0 22.0	28.0 23.0	29.0 24.0	1.260 1.263	35.0 26.0	10.9 SO
10	合板 ツツハク		19 21	11.7 11.8	10.3 11.1		7.0 6.5	24.5 22.0	2.09 1.86	22.5 21.5	23.0 21.5	26.0 21.5	26.0 23.0	26.5 25.0	1.082 1.136	28.5 27.5	SO SO
11	O S B		2 1		5.0 4.3		5.0 3.5	25.0 15.5		21.0 27.0	22.5 25.0	24.0 28.5	21.5 24.5	22.0 24.0	0.880 1.548	28.5 41.5	6.2 5.8
	合板 ツツハク		27	10.8	6.8		4.0	19.0	1.76	20.0	18.5	17.0	20.5	22.0	1.158	26.5	9.9

1 2	アイガ	32	6.7	5.0	25.0	31.0	29.5	29.0	33.0	33.5	1.340	33.0	8.4
1 3	合板アイガ アイガ	31 32	---	3.5 3.5	21.5 24.0	24.0 27.0	22.5 25.5	23.0 30.0	21.0 27.0	29.0 28.5	1.349 1.188	27.5 30.5	10.7 10.1
1 4	合板ア ア	11 4	6.0 7.5	4.5 5.5	19.0 21.5	22.5 22.0	22.0 21.0	21.0 21.6	25.0 22.0	26.5 23.5	1.395 1.093	30.0 32.0	11.6 9.6
1 5	合板ア ア	30 5	9.9 15.5	8.0 10.0	20.5 23.5	20.0 26.5	19.5 24.5	24.0 26.5	21.0 26.5	21.0 27.0	1.024 1.149	23.0 25.0	SO SO
1 6	合板複合 ア	9 15	6.0 8.3	4.0 6.5	15.0 23.5	20.5 24.0	20.0 23.5	22.0 24.5	21.5 26.5	22.0 25.5	1.467 1.085	23.0 26.0	SO SO
1 7	合板複合 複合	24 20	7.0 5.8	7.0 3.0	22.5 16.5	22.5 16.0	20.5 15.0	23.5 16.5	22.5 18.5	23.0 19.0	1.022 1.152	18.5 23.0	8.8 10.7
1 8	塗合板複合 ア	23 6	7.2 6.7	4.5 5.5	18.0 17.5	17.5 17.0	17.5 17.0	18.0 17.0	18.0 17.0	17.5 17.0	0.972 0.971	6.5 11.0	SO SO
1 9	ケイカル板	A B											11.2 11.4
2 0	ガラスア 強化ア ビ板	A B C D											11.6 9.1
2 1		E F											7.3 11.9
2 2													SO SO
2 3	塗合板 塗ア	UA UB											6.1 5.5
備考													

付表3・打ち込みコンクリートの重量(kg重)及び型枠板のフラミ(mm)

92/1/20

番号	種 樹	類 種	型枠 記号	12/16 板枠	12/17 打設①	12/18 ②	12/19 ③	12/20 ④	12/21 ⑤	12/24 ⑥	コンクリート重量		型枠板のフラミ		12/24時の	
											12/17	12/24	打設前	打設後(mm)	12/17	12/24
1	製材 ベイマツ	A-2P A-12	6.53	49.1 1.00	49.0 .998	48.9 .996	48.9 .996	48.9 .996	48.7 .992	48.5 .988	42.57	41.6	0	1.00	1.80	N50
													0.80	1.55	1.63	
2	製材 スギ	B3-P B-8	5.66	47.4 1.00	47.3 .998	47.2 .996	47.0 .992	47.0 .992	47.0 .992	47.3 .998	41.74	41.0	0	0	0.20	板幅(17.5cm)に2本
													0	0	1.14	
3	製材 カラマツ	C12P C-9	6.35	50.2 1.00	50.0 .996	49.9 .994	49.7 .990	49.7 .990	49.7 .990	48.2 .960	43.85	42.8	0	0.70	1.51	底の60cmに5本
													0	0	0	
4	製材 ツグノハシ	D-1P D-15	6.88	49.8 1.00	49.5 .994	49.2 .988	48.9 .982	48.9 .982	48.9 .982	48.0 .964	42.95	42.0	0	0	1.06	
													0	0.90	1.32	
5	製材 ベイツガ	E-2P E-11	6.75	47.90 1.00	47.6 .994	47.6 .994	47.3 .987	47.3 .987	47.3 .987	45.7 .954	41.15	40.3	0	0.60	2.63	
													0	0	0	
6	製材 ス半幅はぎ	F-5 F-8+	5.97	49.3 1.00	49.1 .996	49.1 .996	48.9 .992	48.8 .990	48.8 .990	47.7 .968	43.33	43.4	0	0	3.86	
													0	1.80	3.37	
7	合板 複合	3 7	5.76	47.1 1.00	47.0 .998	46.9 .996	46.9 .996	46.8 .994	46.8 .994	46.3 .983	41.34	40.6	1.80	6.05	5.82	CN50
													0	1.60	2.35	
8	合板 複合	2 31	5.45	52.0 1.00	51.8 .996	51.7 .994	51.8 .996	51.6 .992	51.6 .992	51.3 .987	46.55	45.6	0.95	5.05	4.27	@15cm
													0	11.25	15.43	
9	合板 複合	25 26	5.84	50.7 1.00	50.6 .998	50.5 .996	50.4 .994	50.3 .992	50.3 .992	50.2 .990	44.86	43.9	1.35	5.85	5.50	60cm:5本
													0	4.55	4.82	
10	合板 複合	19 21	5.74	48.9 1.00	48.8 .998	48.8 .998	48.8 .998	48.4 .990	48.4 .990	48.4 .990	43.16	42.3	1.00	2.30	3.05	
													0	1.95	1.92	
11	OSB	2 1	5.96	50.3 1.00	50.2 .998	50.2 .998	50.0 .994	50.0 .994	50.0 .994	49.2 .978	44.34	43.4	0	1.35	3.11	
													0	2.10	4.04	
12	合板 複合	27 32	5.19	50.1 1.00	50.5 1.008	50.0 .998	50.1 1.00	49.9 .996	49.9 .996	49.3 .984	44.91	44.2	0	4.00	4.09	
													1.05	18.20	17.36	

13	合板ハイツ ハイツ	31 32	5.15	53.1 1.00	52.9 .996	52.8 .994	52.8 .994	52.8 .994	52.7 .992	52.1 .981	47.95	46.4	0.60 0.35	10.90 21.15	10.50 20.94
14	合板フツ フツ	11 4	6.20	50.0 1.00	49.9 .998	49.8 .996	49.9 .998	49.8 .996	49.8 .996	49.2 .984	43.80	43.0	1.10 1.85	5.75 5.60	5.19 5.58
15	合板カマツ カマツ	30 5	6.58	48.0 1.00	47.8 .996	47.9 .998	47.8 .996	47.8 .996	47.8 .996	45.9 .956	41.42	40.3	0 0	2.60 2.40	
16	合板複合 フツ	9 15	6.08	49.2 1.00	49.0 .996	49.1 .998	49.0 .996	48.9 .994	48.7 .990	43.12	42.4	42.4	0 0.90	3.30 3.70	2.89 3.26
17	合板複合 複合	24 20	5.38	51.6 1.00	51.4 .996	51.3 .994	51.2 .992	51.2 .992	50.4 .977	46.22	45.3	45.3	0 0.55	6.00 5.45	4.89 5.04
18	塗合板複合 カマツ	23 6	5.57	49.8 1.00	49.1 .986	49.6 .996	49.4 .992	49.5 .994	49.6 .996	44.23	43.6	43.6	0 2.25	3.45 6.50	3.69 6.27
19	ケイカル板	A B	7.17	54.9 1.00	54.4 .991	54.1 .985	53.6 .976	53.5 .974	51.3 .934	47.73	45.0	45.0	0 0	1.50釘 1.85釘	GN40 4本、5本
20		A B		49.6 1.00	49.4 .996	49.4 .996	49.4 .996	49.3 .994	49.0 .988			42.2	0 0	1.60 1.45	
21	ガラスファイバ 強化ポリプロ ピレン板	C D		49.7 1.00	49.6 .998	49.4 .994	49.5 .996	49.4 .994	48.9 .984			41.6	0 1.10	1.90 2.25	
22		E F		50.2 1.00	50.1 .998	50.0 .996	50.0 .996	49.9 .994	49.7 .990			43.0	0 1.10	1.25 4.50	
23	塗装合板 塗装ガラス	UA UB		48.2 1.00	48.1 .998	47.9 .994	47.9 .994	47.8 .992	47.9 .994			41.5	1.80 0	3.50 3.55	3.51 3.46
備考															

表4・打ち込みコンクリートの試験結果

92/1/20

番号	種樹	種類	型枠記号	型枠側の観察 ノロの状況 その他	硬化不良(mm)	コンクリート側の観察 むしれ	その他
1	製材 ベイマツ		A-2P A-12	全 面 継目もれ出し	0.1~0.2全面 0.1~0.2全面	ほぼ全面	
2	製材 スギ		B3-P B-8	“ “ 黄味おび	0.1~0.2 0.3~1.5全面	小片、年輪細い部分	
3	製材 カラマツ		C12P C-9	甚だ有り 甚だあり	0.2~0.5全面 0.2~0.5	なし 春材部	木目鮮明、緊目NC 木目鮮明
4	製材 ツバキ		D-1P D-15	有り 大いに有り	殆どなし 0.2~0.3全面	なし 全面少片付着	NR跡目だつ “
5	製材 ベイツガ		E-2P E-11	全 面 全面少片ムシレ有り	なし なし	なし 全面少片付着	コンクリート面きれい 木目鮮明
6	製材 スギ幅はぎ		F-5 F-8+	春材部 “ 各板反り小 反り大 23/450	なし なし	木理に沿う大 秋春の境目有り	
7	合板 複合		3 7	殆どなし 全 面 少々着色	0.2~0.3全面 0.2~0.5全面	少々 なし	軽微な赤褐色着色
8	合板 イソギ		2 31	ほぼ全面 有り3mm厚 木目鮮明	なし なし	幅3長さ40 春材に沿って有り	着色黒全面
9	合板 ツバキ		25 26	春材部少々 “	なし なし	幅1、長さ30以下 “	
10	合板 ツバキ		19 21	軽微30% 軽微15%	なし なし	有り幅3長さ50~100 有り幅3長さ10~30	木理残大し 木理転写少々
11	OSB		2 1	全 面 なし 1部ストランドはがれ “	0.5~2 全面 0.5~2	1部ストランド付着 “	全面ストランド模様 “
12	合板 イソギ		27 32	木理の乱れ 春材割ニツク ムシレ少々	節部0.2~0.5 軽微部分的深	幅2長さ30 割れに沿って大全面	

1 3	合板 アイガ アイガ	31 32	秋材部 秋材部	春材部ムシレ小 "	なし なし	春材部少々 "	
1 4	合板 アイガ アイガ	11 4	極小全面	全面赤褐色染みだし	0.1~0.3軽微 3~5 全面		着色全面赤褐色
1 5	合板 アイガ アイガ	30 5	春材部 全 面	秋材のみ鮮明に残る	3~4 有り 2~5 全面	なし なし	白色浮き出す
1 6	合板複合 アイガ	9 15	春材部少々 "		なし なし	秋材木理残 "	
1 7	合板複合 複合	24 20	少々全面 "		なし なし	殆どなし 少々	
1 8	塗合板複合 アイガ	23 6	微少 微少		なし なし	なし なし	きれいな鏡面 きれいな鏡面
1 9	ケイカル板	A B	斑に1部 "		なし なし		NRの付着目だつ "
2 0	ガラス繊維 強化プラスチック 板	A B	なし 1部有り	きれい	なし 0.3~0.5 1部	なし なし	
2 1		C D	少々 溶けだし部	きれい	なし なし	なし なし	きれい きれい
2 2		E F	かなり付着 1部		なし NR部	なし なし	
2 3	塗装合板 塗装ガラス	UA UB	なし なし	きれいピカピカ きれいピカピカ	なし なし	なし なし	きれいピカピカ きれいピカピカ
備 考							

NR:ノロ
WF:ムシレ
NC:硬化不良

第2章 針葉樹幅はぎ板を型枠用せき板としたコンクリートの打設試験

1. はじめに

熱帯産材合板を使ったコンクリート型枠（ラワン合板型枠）の代替として国産針葉樹を使ったコンクリート型枠を試作し、よう壁の打設試験を行って型枠の使い勝手、打設後の仕上がり状況を一般的なラワン合板型枠と比較検討した。

国産針葉樹コンクリート型枠の面材にはスギ幅はぎ板を用い、打ち放し用型枠とした。打ち放し用型枠としたのは、打上がり面に国産材の木目を強調することによって国産針葉樹型枠の特殊性を引出し、独自の用途を見つけるためである。写真2-1にスギの型枠を使い、木材色に塗装して木造建築風に仕上げたRC壁の例を示す（宮崎県林業総合センター）。

2. コンクリートパネル

2.1 幅はぎ板コンクリート型枠

面材 スギ幅はぎ板 厚さ 15 mm 小池製材所製 プレーナー仕上げ
枠材 スギ 75×33 mm プレーナーがけ (写真2-2, 3)
斜め張り 寸法 900×1800 mm (図2-1)
たて張り 寸法 900×1800 mm (")

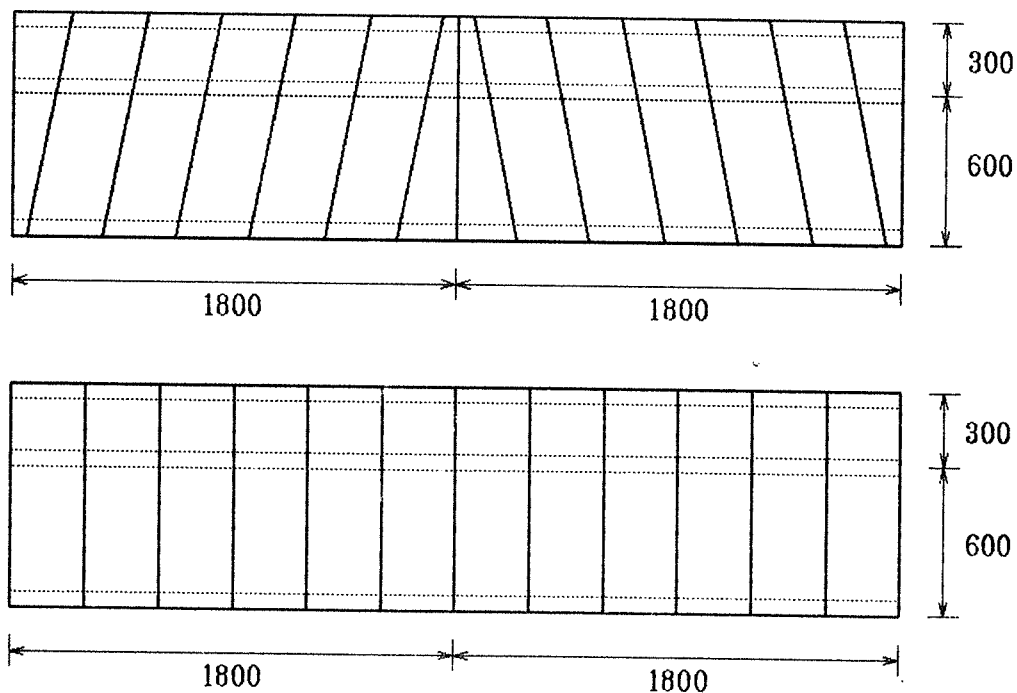


図2-1 幅はぎ板コンクリート型枠
斜め張りは意匠を考慮して右あがりと左あがりの二種にした。

中の枠材を上方に寄せたのは、当初、下側にパイプと型枠締付け金物を使用する予定だったからである。

2.2 合板コンクリート型枠

面材 ラワンコンパネ合板 厚さ 12 mm 5 ply

枠材 スギ 75×33 mm プレーナーがけ

寸法 900×1800 mm 枠材の位置は幅はぎ板型枠と同じ

2.3 コンクリートの配合

コンクリートはつぎのポルトランドセメントレディーミクストコンクリートを用いた。

呼び強度 180 kg/cm²

水・セメント比 60 %

スランプ 12 cm

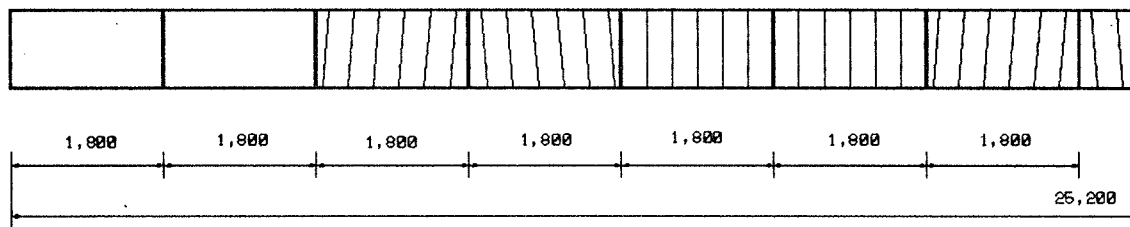


図 2-3 よう壁の外観
(東西方向の西側半分、全体は左右対象になっている)

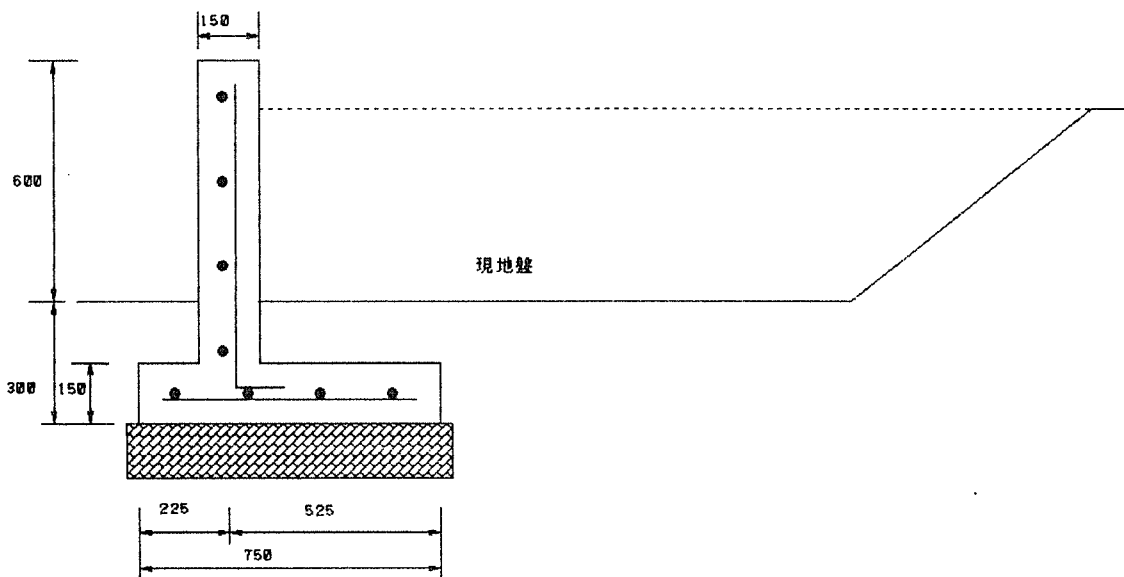


図 2-4 よう壁の断面

3. 試験方法

3.1 打設試験

よう壁の打設試験を行い、型枠の使い勝手、打設後の仕上がり状況を検討した。

よう壁の外観を図2-2、断面を図2-3に示す。緩い斜面に設置し、山側を平坦に埋め戻すことを想定した。

よう壁の形状は長さ25.2m、高さ90cm、厚さ15cm 打ち放しとし、型枠は意匠を考慮して表2-1のように配した。裏面は表面と同じ材種としたが、幅はぎ板型枠はたて張りのみとした。

設置場所 森林総合研究所（茨城県稲敷郡茎崎町松の里1）構内

型枠の組立は施工業者に一般的方法できるように指示し、栈木間隔等は業者の経験に任せた。表面の仕上りを重視する関係でフォームタイの使用はなるべく少なくするように依頼した。（写真2-4）

表2-1 よう壁の型枠配置

型枠番号	表側		裏側	
	種類	張り方	種類	張り方
1	ラワン	—	ラワン	—
2	ラワン	—	ラワン	—
3	幅はぎ板	斜め張り（右あがり）	幅はぎ板	たて張り
4	幅はぎ板	斜め張り（左あがり）	幅はぎ板	たて張り
5	幅はぎ板	たて張り	幅はぎ板	たて張り
6	幅はぎ板	たて張り	幅はぎ板	たて張り
7	幅はぎ板	斜め張り（右あがり）	幅はぎ板	たて張り
8	幅はぎ板	斜め張り（左あがり）	幅はぎ板	たて張り
9	幅はぎ板	たて張り	幅はぎ板	たて張り
10	幅はぎ板	たて張り	幅はぎ板	たて張り
11	幅はぎ板	斜め張り（右あがり）	幅はぎ板	たて張り
12	幅はぎ板	斜め張り（左あがり）	幅はぎ板	たて張り
13	ラワン	—	ラワン	—
14	ラワン	—	ラワン	—

3.2 施工精度の測定

型枠を撤去した後、施工精度と型枠材質の関係を、施工面の横方向のうねりとたて方向のはらみの程度から調査した。

測定法はよう壁と平行にトランシットを据付け、よう壁の各部にスケールを壁面と直角方向に当て、トランシットによる基準垂直面とのミリメートル単位で距離を読みとり、相対的な位置を算出した。

横方向の測定間隔 : 90cm間隔、型枠の接ぎ手に当る部分と中央部

たて方向の測定間隔 : 上面前縁と、上から30cm、60cmの位置

4. 打設試験の結果

4.1 結果の概要

施工の状況を写真2-1、施工精度の測定結果を表2-2、図2-5に示す。

裏面の施工精度は即日埋め戻したために測定できなかった。

① 幅はぎ板コンクリート型枠の使い勝手は合板コンクリート型枠と大差なかった。

② 打ち放しの木目仕上げ面を重視して締付け金物（フォームタイ）を使用しなかったため、施工業者の経験不足で型枠の組立が強度不足ではらみを生じた。

とくに生コンクリートを投入した、東側と中央部の変形が著しい。

参考に合板型枠の一般的使用例を写真2-5に示す。

③ 型枠組立の強度不足でバイブレーターを使用しなかった結果、空隙（ジャンカ）を生じ、良好な仕上げ面が得られなかった。

④ 当初の計画では盛り土側の型枠の一部を取り外さないで残し（埋めこらし）、腐朽状況を追跡する予定だったが、よう壁の高さが型枠より10cm以上高く、今後の使い勝手に影響するため撤去した。（「埋めこらし」は境界すれすれに型枠を組み立てることができ、土地の効率的利用ができるので、とくに都会地で行われている。）

4.2 型枠栈木間隔の検討

試みに、型枠の栈木間隔を計算で解くとつぎのようになる。注)

コンクリートを打込む際の側圧はつぎの式で表される。

$$P = W_0 H \quad W_0: \text{まだ固まらないコンクリートの容積重} \quad 2.4 \text{ t/m}^3$$

$$H: \text{側圧を求める位置から上のコンクリートの打込み高さ} \quad \text{m}$$

したがって、コンクリートヘッドを75cmとしたとき底部と上から50cmの位置の側圧は

$$\text{底部} \quad P = 2.4 \times 0.75 = 2.0 \quad (\text{t/m}^2) \quad \dots \quad 0.2 \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$\text{上から50cm} \quad P = 2.4 \times 0.5 = 1.2 \quad (\text{t/m}^2) \quad \dots \quad 0.12 \quad \text{kgf/cm}^2$$

となる。

栈木間隔を単純梁として解く。幅はぎ板の曲げ強さ、曲げヤング係数は既往の資料から設定し、板の全面に底面に相当する荷重がかかったと仮定する。

表2-2 よう壁各部の施工精度 (mm)

型枠番号		測定位置	上面前端横方向		縦方向 (対上面前端)	
1	合板	左端 *	0	0	- 5	
		中央	10	5	0	
2	合板	接ぎ手 *	14	5	- 5	
		中央	12	4	- 6	
3	幅はぎ板 /	接ぎ手 *	8	3	- 7	
		中央	6	3	- 2	
4	幅はぎ板 \	接ぎ手 *	6	5	2	
		中央	- 2	1	- 4	
5	幅はぎ板	接ぎ手 *	10	10	10	
		中央	10	10	10	
6	幅はぎ板	接ぎ手 *	13	12	12	
		中央	0	5	0	
7	幅はぎ板 /	接ぎ手 *	- 7	5	1	
		中央	2	7	3	
8	幅はぎ板 \	接ぎ手 *	16	12	7	
		中央	4	10	9	
9	幅はぎ板	接ぎ手 *	-11	2	1	
		中央	- 5	3	- 4	
10	幅はぎ板	接ぎ手 *	- 7	- 2	-19	
		中央	1	7	- 3	
11	幅はぎ板 /	接ぎ手 *	- 8	- 2	-19	
		中央	- 7	3	-12	
12	幅はぎ板 \	接ぎ手 *	-12	- 8	-27	
		中央	-13	0	-12	
13	合板	接ぎ手 *	2	6	- 2	
		中央	3	7	-15	
14	合板	接ぎ手 *	13	12	- 8	
		中央	6	17	11	
		右端 *	-27	1	-10	

注) 基準線に対する凹凸、膨らんだ場合を+、* は枠材のある部分、横方向は上面前縁の西端を0としたとき東西基準線からの偏り、縦方向は横方向の誤差に対する相対値。

側圧 0.2 kgf/cm^2

$$\omega = 0.2 \times 75 = 15 \text{ kgf/cm}$$

$$Z = bh^2/6 = 75 \times (1.5)^2/6 = 28 \text{ cm}^3$$

$$I = bh^3/12 = 75 \times (1.5)^3/12 = 21 \text{ cm}^4$$

$$E = 60 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_b = 300 \text{ kgf/cm}^2$$

$$M = \omega L_1^2/8 \quad \rightarrow \quad L_1 = 67 \text{ cm}$$

$$\delta c = 5\omega L_2^4/384EI \quad \rightarrow \quad L_2 = 37 \text{ cm}$$

$$\therefore L_1 > L_2$$

したがって 栈木間隔は 37 cm 以下であればよい。

注) 彰国社編：建築仮設物の構造計算入門

4.3 問題点

今回の実験では施工業者にすべてをまかせ、型枠の強度上の検討を行わなかった。また、最近の工事で使用することが常識になっている締付け金物（フォームタイ）を仕上り面の美観上の理由でなるべく使わないように希望したところ、全く使用しなかったために施工業者の不慣れが型枠の強度不足になった。

しかし、これらの失敗は国産針葉樹コンクリート型枠の本質的欠点でなく、仮設工事の設計と施工の際の注意によって解決できる問題なので、幅はぎ板型枠の特性を理解し、特徴を生かして利用すれば独自の用途を開拓できるものと思う。

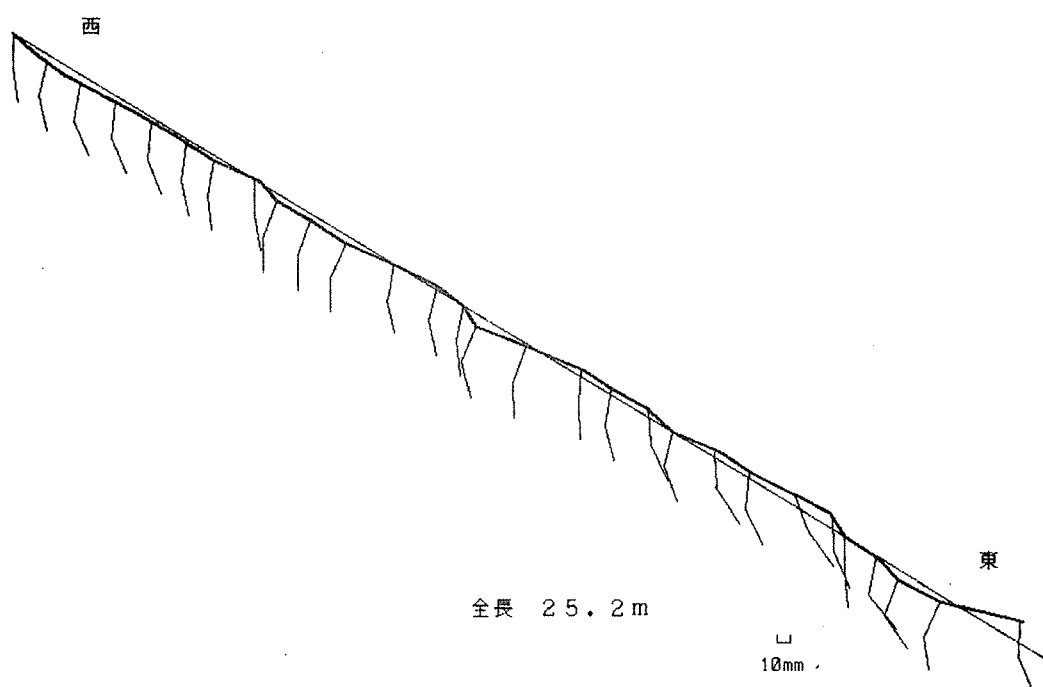


図2-5 よう壁の施工精度

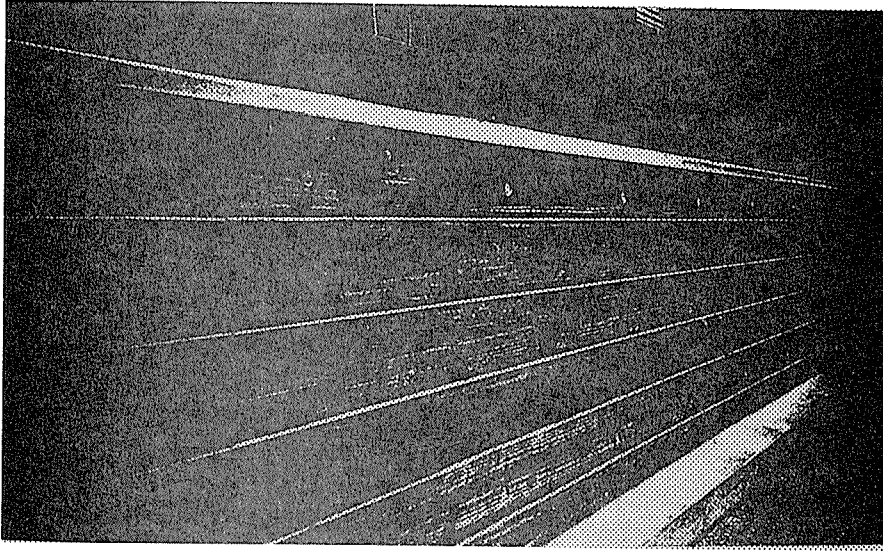


写真2-1

宮崎県林業総合センターの壁面

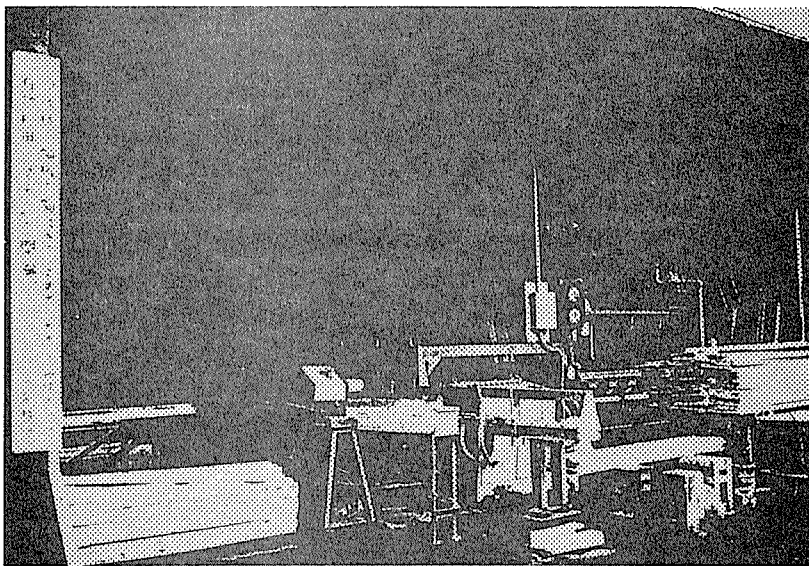


写真2-2 幅はぎ板の製造（小池製材所）

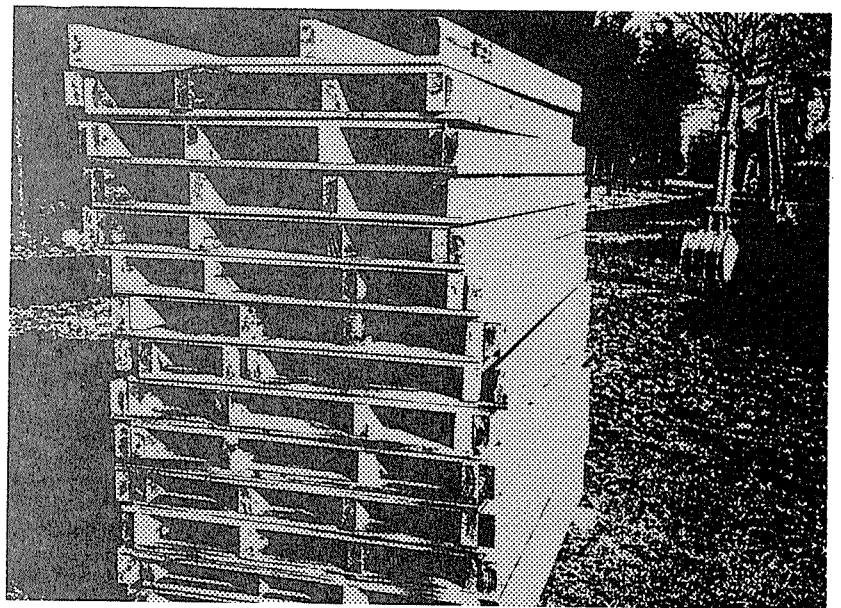
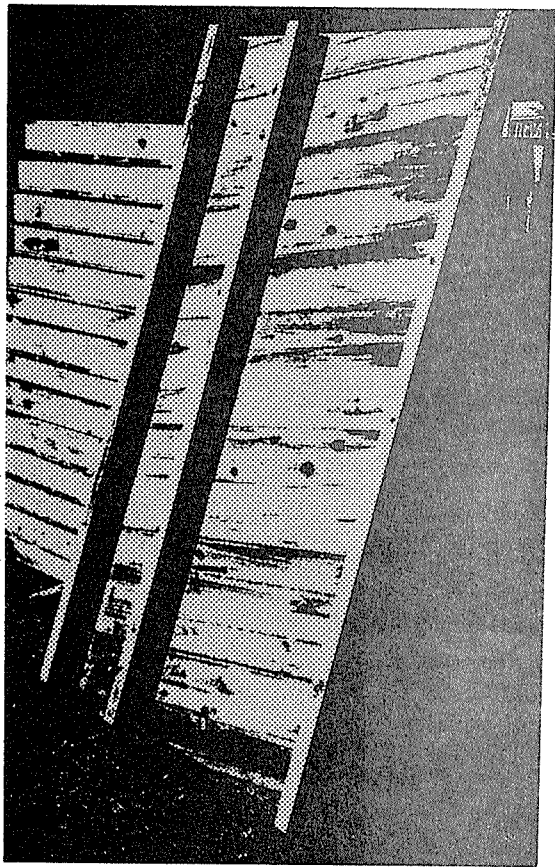
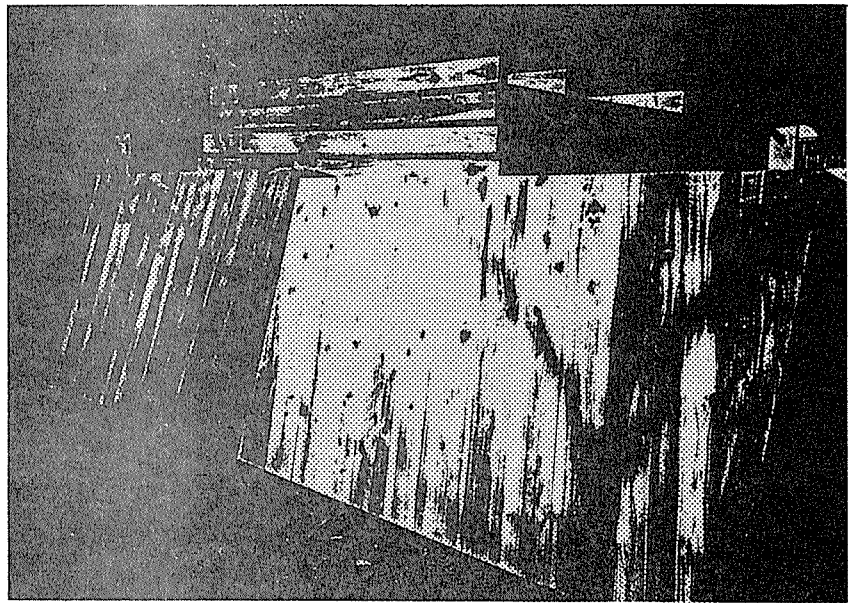


写真 2-3 幅はぎ板コンクリート型枠

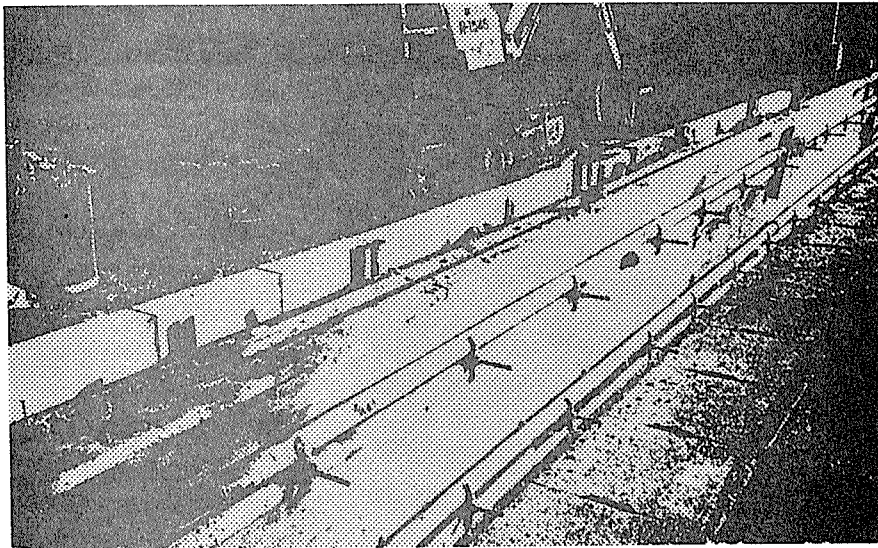
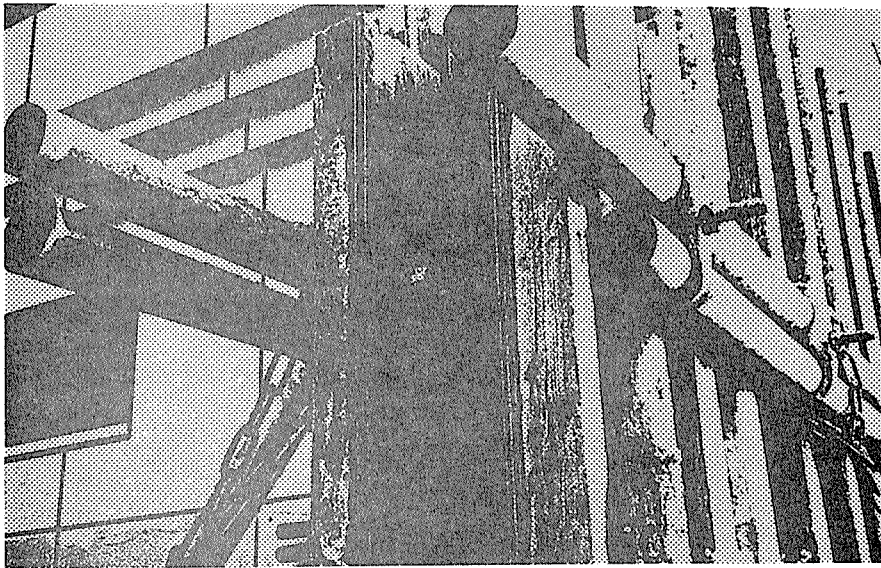
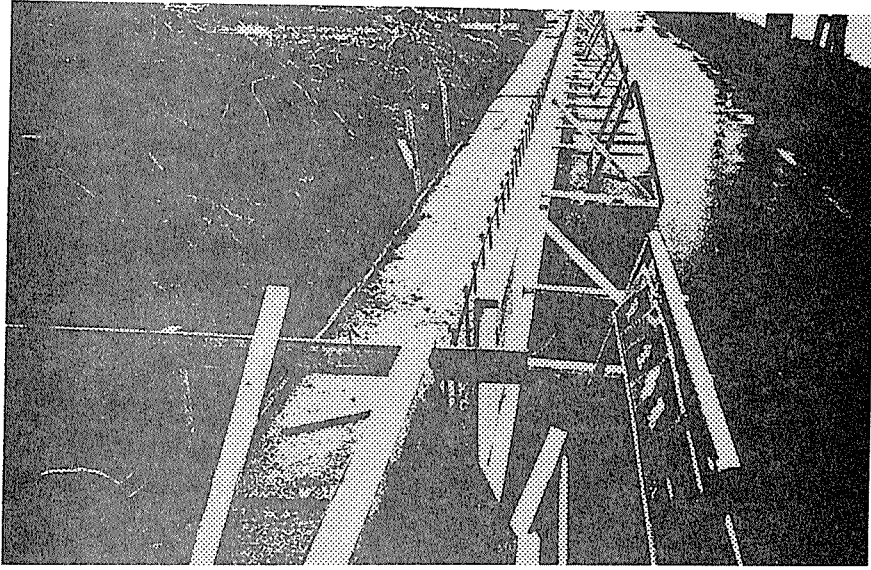


写真 2-5 よう壁型棒の一般的使用例

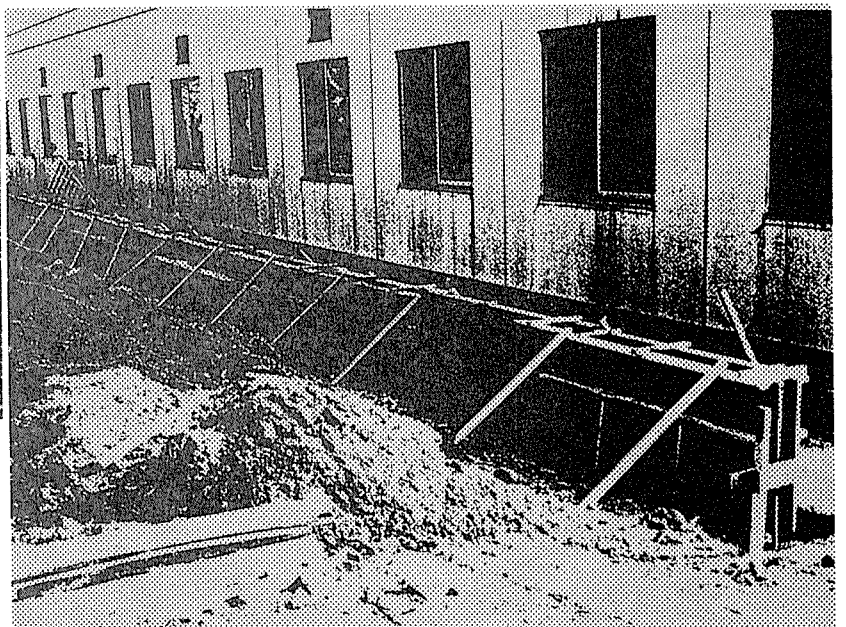
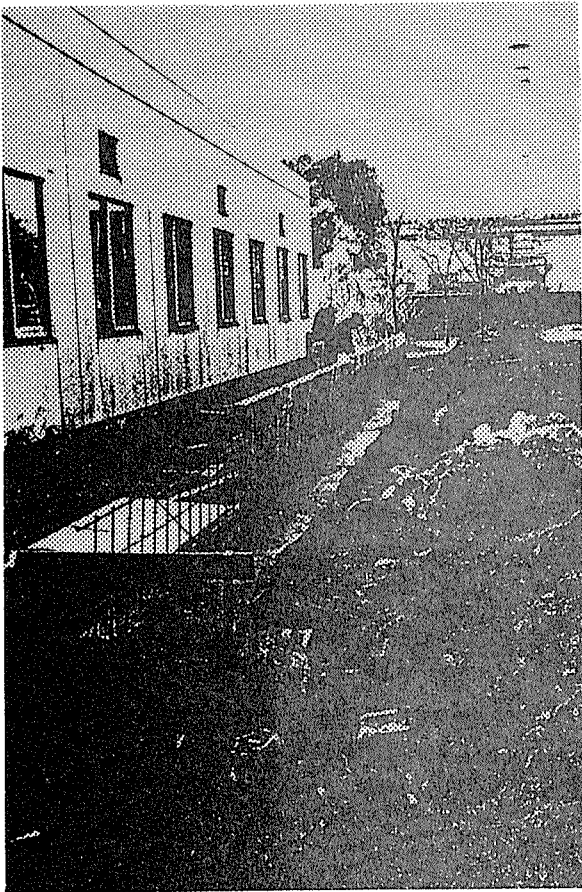
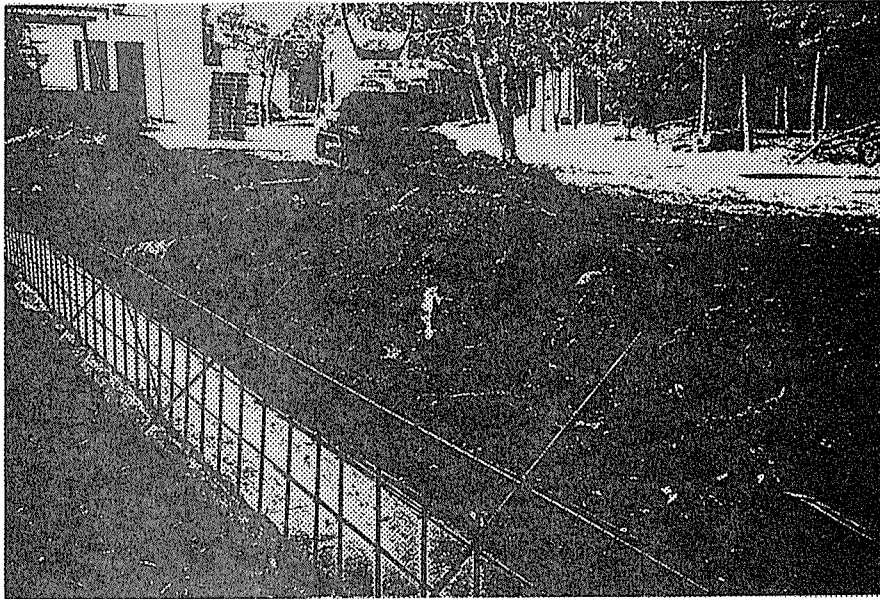


写真 2-4 よう壁型枠工事