

平成 25 年度 林野庁補助事業

平成 25 年度

木材産業等活性化総合対策事業
(文化用品等市場開拓型)

【地域材を使用したコンクリート型枠用合板の開発・普及について】

事業報告書

平成 26 年 3 月



日本合板工業組合連合会

目 次

地域材を使用したコンクリート型枠用合板の開発・普及について

1.	事業計画	1
1. 1	目的	1
1. 2	事業実施体制	1
1. 3	事業内容	1
1. 3. 1	検討委員会の開催	1
1. 3. 2	調査対象の選定	2
1. 3. 3	工事現場での実証調査	2
1. 3. 4	成果の取りまとめ	2
2.	予測される事業効果	3
3.	得られた事業成果	4
3. 1	地域材を用いた型枠用合板の曲げ性能	4
3. 1. 1	供試合板	4
3. 1. 2	実大曲げ剛性試験	4
3. 1. 3	常態曲げ強度試験	5
3. 1. 4	湿潤時の剛性・耐力残存率	7
3. 1. 5	新JAS規格基準への対応	8
3. 2	地域材を用いた塗装型枠用合板の性能試験	11
3. 2. 1	供試合板	11
3. 2. 2	コンクリート型枠評価方法および合格基準	11
3. 2. 3	性能評価結果	13
3. 3	地域材を用いた型枠用合板の打設試験	16
3. 3. 1	供試合板	16
3. 3. 2	打設試験場所	16
	建設工事現場	16
	土木工事現場	16
3. 3. 3	打設試験の評価方法	16
3. 3. 4	評価結果	16
3. 4	成果のまとめと普及び今後の課題	41
3. 4. 1	成果のまとめ	41
3. 4. 2	成果の普及	41
3. 4. 3	今後の課題	53

1. 事業計画

1. 1 目的

平成23年7月に閣議決定された「森林・林業基本計画」において、10年後に木材自給率50%を目標とすることとなったが、この目標達成のためには、合板用の国産材の使用を平成23年の約250万m³から500万m³以上に増大する必要があり、木材需要の大宗を占める新設住宅の着工が激減する中で、スギ等の地域材を使用したコンクリート型枠用合板（以下「地域材型枠用合板」という。）の開発・普及が不可欠となっている。また、東日本大震災の復興に不可欠な、地域材型枠用合板の活用は被災地をはじめとする地域経済の活性化に貢献する。

このため、平成22年度において合板メーカーが試作した型枠合板の強度性能、表面の平滑性等の試験結果及び平成23年度の建築現場での型枠性能、転用回数、施工性等についての調査及びヒヤリング結果を踏まえて、スギを中心とした新たな型枠用合板に係る開発・調査・普及を図る。

さらに、平成25年度に予定されている合板に係るJAS規格の見直しに向けて、最近の型枠用合板の施工方法(2×6サイズの縦使い)に対応した新たな合板(90°方向の曲げヤング係数の高い塗装合板)を開発・普及する。

1. 2 事業実施体制

合板供給業界(日本合板工業組連合会)、建設業界(日本建設業連合会)、型枠大工(日本建設大工工事業協会)、(独)森林総合研究所等の関係者からなる検討委員会を開催し事業の対象とする型枠合板の仕様の選定、現場での実証調査、調査結果の検証・評価等を実施する。

1. 3 事業内容

1. 3. 1 検討委員会の開催(2回)

「地域材コンクリート型枠用合板市場開拓推進委員会」の委員名簿

委員長	渋 沢 龍 也	(独)森林総合研究所 複合材料研究領域 複合化研究室 室長
委 員	中 山 正 夫	(一社)日本建設業連合会 環境経営部会委員 (株)大林組 本社環境部 副部長)
委 員	三野輪 賢 二	(一社)日本型枠工事業協会 会長
委 員	木 下 武 幸	(株)J-ケミカル 常務取締役、技術開発部長
委 員	田 村 彰	(公財)日本合板検査会、参与

(オブザーバー)

	高橋泰博	丸玉産業(株)茨城工場	住宅資材営業部副部長
	畑中薫	セイホク(株)石巻工場	品質保証部リーダー
	佐藤祥裕	西北プライウッド(株)	石巻工場生産課長
	阿部定清	西北プライウッド(株)	品質保証部
	柄澤亮	新秋木工業(株)	合板製造課
	工藤学	新秋木工業(株)	品質管理係
	林孝彦	ホクヨープライウッド(株)	専務取締役
	大畑泰廣	ホクヨープライウッド株式会社	営業課
	荒木裕二	島根合板(株)	取締役生産部長
	下邊繁	(株)日新 四国工場	取締役 工場長
	宇野友也	(株)日新	課長
	福本芳明	(株)日新 四国工場	課長補佐
	古澤憲司	新栄合板工業(株)	取締役部長
事務局長	川喜多進	日本合板工業組合連合会	専務理事 (事務局長)
事務局	徳山勝義	〃	調査部長
〃	宮本友子	〃	総務・企画課長
〃	佐々木祐子	東京・東北合板工業組合	業務統括室長
〃	大嵩洋	中日本合板工業組合	常務理事
〃	渡邊隆	西日本合板工業組合	専務理事

(敬称略・順不同)

1. 3. 2 調査対象の選定

調査の対象となる型枠合板の仕様の導出、工事箇所の選定及びコンクリート打込み・コンクリートの表面の仕上り・転用回数等の調査を行う。

1. 3. 3 工事現場での実証調査

建築業界及び型枠事業者の協力を得て、建築物(鉄筋コンクリート)において以下の実証試験を実施する。

- ・コンクリート打込み試験(型枠を支持する支柱の数・間隔とたわみ・はらみの関係等)
- ・コンクリートの表面の仕上り(ムシレ、着色、ノロ付着、配筋保護等)
- ・型枠合板の転用回数(打設後の型枠取り外し時後の型枠合板の品質・性能)等

1. 3. 4 成果の取りまとめ

調査結果を集約・分析し課題解決の方向性を取り纏め、報告書を作成し、委員会メンバー・関係団体等を通じて合板メーカー、建設会社、施工業者をはじめ、関係行政機関等に

周知し、地域材を活用した型枠用合板の普及を図る。

2. 予測される事業効果

「森林・林業基本計画」において、木材自給率50%の達成のため、10年後の型枠用合板の製造量を、現行の約5万 m^3 から約170万 m^3 に増大させることを目標としている。

このためには、実際に型枠合板を使用される施工業者(型枠事業者)、建設会社はもとより、国、地方公共団体等の発注者にも地域材を使用した型枠合板の、性能、施工性、コスト等について幅広く情報提供を行うことにより、地域材を活用した型枠の合板普及、ひいては地域材の利用促進に大きく貢献する。

3. 得られた事業成果

3. 1 地域材を用いた型枠用合板の曲げ性能

3. 1. 1 供試合板

供試した合板は公称厚さ 12mm・5 プライで全層ヒノキの合板 2 種類と、公称厚さ 12mm・5 プライで、表板・裏板、心層が北洋カラマツ、添え心層が国産カラマツの複合合板及び公称厚さ 12mm、5 プライで表板、裏板、心層がヒノキ、添え心層がベイマツ（ダグラスファー）の複合合板の 4 種類で、供試合板の寸法は、2×6 板(600×1800mm)である。打設試験には塗装(Decoration)の施された合板を用いたが、強度試験には、全層ヒノキの一種類は塗装のみで、他は、塗装・無塗装の両者を用いた。

なお、これまで合板メーカー13社に現状の地域材利用状況の聞き取り調査を行い、現時点で試作可能な型枠用合板の仕様を決定し、供試している。各メーカーに試作を依頼した型枠用合板のすべての仕様を表 1 に示す。本年度供試した合板は、記号 S、T、U、V、W、X、Y の 7 種である。

表 1. 供試合板の仕様一覧

記号	使用樹種	厚さ(mm)	単板構成							構成比率(%)	接着剤
A	カラマツ-スギ複合	12	K	S	K	S	K			55.4	フェノール樹脂
B	ラワン-スギ複合	15	M	S	M	S	M	S	M	38.5	フェノール樹脂
C	ベイマツ-スギ複合	12	D	S	D	S	D			40.5	フェノール樹脂
D	ラーチ-スギ複合	15	L	S	L	S	L	S	L	37.7	フェノール樹脂
E	ラーチ-スギ複合	12	L	S	L	S	L			43.5	フェノール樹脂
F	全層スギ	12	S	S	S	S				50.0	フェノール樹脂
G	ヒノキ・ラジアータパイン-スギ複合	12	H	S	R	S	H			53.1	メラミン・ユリア樹脂
H	ラワン・スギ-スギ複合	12	M	S	S	S	M			52.4	メラミン・ユリア樹脂
I	全層カラマツ	15	K	K	K	K	K			60.0	フェノール樹脂
J	全層ヒノキ	12	H	H	H	H	H			60.0	フェノール樹脂
K	ラーチ・スギ-スギ複合(塗装)	12	L	S	S	S	L			54.1	フェノール樹脂
L	ラーチ・スギ-スギ複合	12	L	S	S	S	L			54.1	フェノール樹脂
M	ターミナリア・カラマツ-スギ複合(塗装)	12	T	S	K	S	T			58.1	メラミン・ユリア樹脂
N	ターミナリア・カラマツ-スギ複合	12	T	S	K	S	T			58.1	メラミン・ユリア樹脂
O	全層スギ(塗装)	15	S	S	S	S	S			55.9	フェノール樹脂
P	全層スギ	15	S	S	S	S	S			55.9	フェノール樹脂
Q	シラカバ・カラマツ-スギ複合(塗装)	12	B	S	K	S	B			68.0	メラミン・ユリア樹脂
R	シラカバ・カラマツ-スギ複合	12	B	S	K	S	B			68.0	メラミン・ユリア樹脂
S	全層ヒノキ(塗装)	12	H	H	H	H	H			60.0	フェノール樹脂
T	全層ヒノキ	12	H	H	H	H	H			60.0	フェノール樹脂
U	ラーチ-カラマツ複合(塗装)	12	L	K	L	K	L			42.5	フェノール樹脂
V	ラーチ-カラマツ複合	12	L	K	L	K	L			42.5	フェノール樹脂
W	ヒノキ-ベイマツ複合(塗装)	12	H	D	H	D	H			50.4	フェノール樹脂
X	ヒノキ-ベイマツ複合	12	H	D	H	D	H			50.4	フェノール樹脂
Y	全層ヒノキ(塗装)	12	H	H	H	H	H			60.0	フェノール樹脂

3. 1. 2 実大曲げ剛性試験

型枠用合板の JAS 規格に基づき、実大曲げ剛性試験を行った(写真 1)。原板寸法が 3×6 板(900×1800mm)の場合、曲げスパンは 0° 方向(合板の長手方向)1500mm、90° 方向(合板の短手方向)750mm とし、原板寸法が 2×6 板(600×1800mm)の場合、曲げスパンは 0° 方向(合板の長手方向)1500mm、90° 方向(合板の短手方向)500mm とした。49、98、196、294(N)のおもりを載荷し、荷重-変形関係の傾きから曲げヤング係数(MOE)を算出した。

測定結果を表 2 に示す。JAS 規格における 0° 方向の基準値は、厚さ 12mm 製品に対しては 7.0GPa、厚さ 15mm 製品に対しては 6.5GPa である。全ての試作合板が JAS 規格基準値を満足していた。90° 方向の測定値は参考値であるが、荷重レベルが低い場合、製品の

反りの影響により荷重棒を使用しても試験体の幅全体に荷重が作用せず、測定値が低くなる傾向があることに注意を要する。



写真 1. 実大曲げ剛性試験装置

3. 1. 3 常態曲げ強度試験

構造用合板の JAS 規格の 1 級の基準に基づき、実大曲げ強度試験を行った(写真 2)。12mm 厚製品については、試験体寸法 600×300mm とし、曲げスパン 540mm の 4 点曲げ試験を行

表 2. 実大曲げ剛性試験結果

記号	ρ (g/cm ³)		MOE _{0deg} (GPa)		MOE _{90deg} (GPa)	
A	0.54	(0.018)	12.4	(2.27)	2.54	(0.188)
B	0.53	(0.017)	6.94	(0.477)	3.19	(0.505)
C	0.48	(0.0078)	9.55	(0.921)	2.44	(0.203)
D	0.53	(0.025)	8.68	(0.511)	3.41	(0.588)
E	0.53	(0.021)	10.8	(0.668)	2.45	(0.223)
F	0.42	(0.016)	8.56	(0.801)	1.42	(0.167)
G	0.53	(0.017)	9.45	(0.658)	3.86	(0.419)
H	0.44	(0.015)	8.38	(0.208)	2.72	(0.474)
I	0.55	(0.031)	10.0	(2.04)	1.99	(0.459)
J	0.50	(0.016)	10.4	(0.689)	2.52	(0.226)
K	0.52	(0.018)	10.9	(0.838)	1.48	(0.203)
L	0.51	(0.014)	11.2	(0.940)	1.57	(0.296)
M	0.48	(0.023)	8.89	(0.98)	1.79	(0.178)
N	0.47	(0.013)	14.2	(1.11)	2.32	(0.232)
O	0.44	(0.010)	9.09	(0.601)	1.64	(0.118)
P	0.43	(0.010)	9.38	(0.358)	1.62	(0.181)
Q	0.58	(0.020)	11.7	(0.80)	2.11	(0.477)
R	0.56	(0.013)	11.5	(0.75)	2.32	(0.367)
S	0.52	(0.014)	9.41	(0.813)	1.84	(0.262)
T	0.52	(0.008)	9.46	(1.17)	1.98	(0.088)
U	0.60	(0.012)	9.58	(0.347)	2.84	(0.147)
V	0.62	(0.018)	9.43	(0.787)	2.97	(0.268)
W	0.57	(0.019)	9.49	(0.603)	3.23	(0.657)
X	0.57	(0.013)	10.1	(0.915)	3.48	(0.205)
Y	0.51	(0.009)	8.74	(0.909)	1.87	(0.149)

った。15mm厚製品については、試験体寸法 750×300mm とし、曲げスパン 675mm の 4 点曲げ試験を行った。試験体は 0° 方向、90° 方向の 2 方向から採取した。平均荷重速度は 14.7MPa/min とした。

試験結果を表 3 に示す。全ての合板で 0° 方向の曲げ性能は高い値を示した。特に全層スギの合板やスギを複合した合板は強度性能に比して密度が低いことが特徴であった。0° 方向の曲げヤング係数は実大曲げ剛性試験の結果とほぼ同じであったが、90° 方向の曲げヤング係数は、実大曲げ剛性試験の結果より高い値を示した。

3. 1. 4 湿潤時曲げ試験

コンクリート打設時には型枠用合板は湿潤常態となるため、要求される強度性能は、湿潤常態における曲げ性能となる。そこで、コンクリート打設時を想定した湿潤状態として、72時間常温水に浸漬した後(写真3)、構造用合板のJAS規格の1級の基準に基づく、実大曲げ強度試験を行った。12mm厚製品については、試験体寸法600×300mmとし、曲げスパン540mmの4点曲げ試験を行った。15mm厚製品については、試験体寸法750×300mm

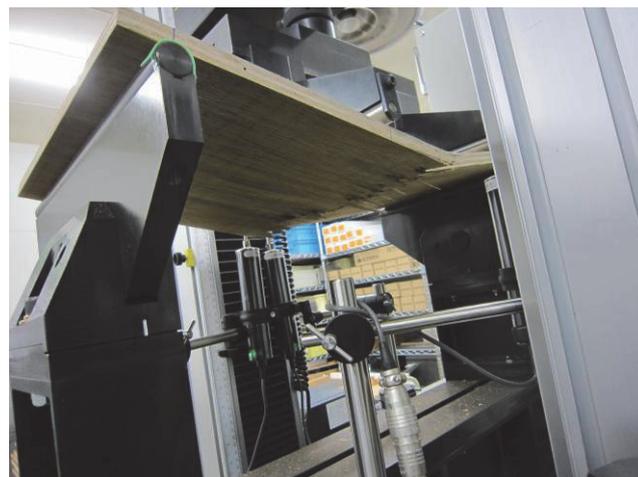
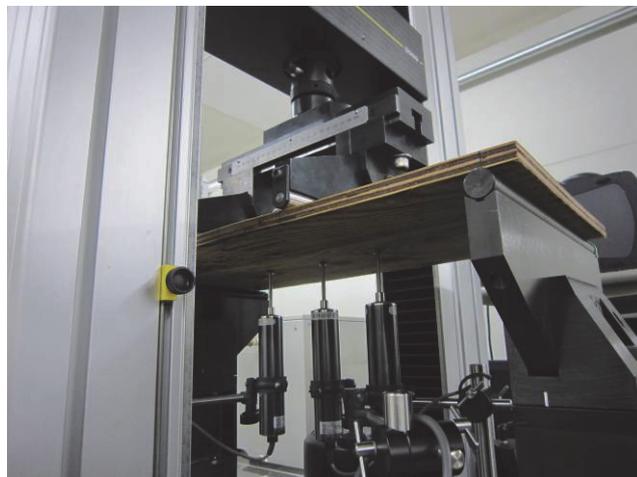


写真2. 曲げ強度試験風景

とし、曲げスパン 675mm の 4 点曲げ試験を行った。試験体は 0° 方向、90° 方向の 2 方向から採取した。平均荷重速度は 14.7MPa/min とした。

試験結果を表 4 に示す。湿潤時の曲げ性能は常態時の概ね 80%程度であり、これまでの南洋材合板と同程度の強度残存率を有することがわかった。したがって、地域材を用いた型枠用合板も現行の建築工事標準仕様書に基づいて使用しても問題ないものと考えられる。

表 3. 常態曲げ強度試験結果

記号	常態					
	ρ (g/cm ³)	MOR _{0deg} (GPa)	MOE _{0deg} (GPa)	ρ (g/cm ³)	MOR _{90deg} (GPa)	MOE _{90deg} (GPa)
A	0.54 (0.018)	44.5 (6.84)	10.8 (1.79)	0.54 (0.018)	19.9 (3.13)	2.49 (0.221)
B	0.53 (0.025)	35.7 (2.82)	6.19 (0.573)	0.53 (0.025)	23.0 (3.66)	2.19 (0.384)
C	0.48 (0.030)	20.4 (4.39)	8.21 (0.672)	0.48 (0.030)	21.6 (4.90)	2.81 (0.309)
D	0.53 (0.025)	32.5 (5.53)	7.47 (0.544)	0.53 (0.025)	27.2 (5.58)	2.66 (0.344)
E	0.54 (0.029)	60.4 (5.31)	9.97 (0.854)	0.54 (0.029)	23.4 (5.41)	2.88 (0.410)
F	0.42 (0.021)	37.0 (6.32)	7.95 (1.29)	0.42 (0.021)	17.7 (3.98)	1.58 (0.250)
G	0.53 (0.020)	52.7 (6.03)	7.51 (0.707)	0.53 (0.020)	38.8 (6.96)	3.71 (0.380)
H	0.43 (0.027)	49.2 (3.70)	7.14 (0.414)	0.43 (0.027)	21.0 (5.32)	2.98 (0.765)
I	0.55 (0.044)	43.1 (8.88)	9.78 (2.43)	0.55 (0.044)	16.4 (6.15)	1.17 (0.227)
J	0.50 (0.021)	49.7 (7.70)	9.11 (1.04)	0.50 (0.021)	29.1 (6.08)	2.75 (0.320)
K	0.52 (0.022)	45.9 (8.59)	10.8 (0.704)	0.52 (0.019)	20.2 (5.86)	3.19 (0.561)
L	0.51 (0.018)	51.4 (7.91)	10.9 (1.50)	0.52 (0.022)	19.4 (5.39)	2.84 (0.625)
M	0.49 (0.023)	40.1 (10.3)	8.89 (1.06)	0.50 (0.024)	18.8 (3.78)	2.75 (0.280)
N	0.48 (0.014)	49.1 (10.9)	9.54 (1.07)	0.47 (0.014)	15.9 (2.98)	2.16 (0.310)
O	0.44 (0.011)	44.9 (4.86)	8.90 (0.668)	0.44 (0.012)	21.3 (3.52)	2.37 (0.223)
P	0.44 (0.009)	46.4 (6.04)	9.57 (0.710)	0.44 (0.015)	19.4 (3.72)	2.22 (0.202)
Q	0.58 (0.025)	64.7 (11.6)	12.8 (0.942)	0.58 (0.021)	19.5 (2.62)	3.46 (0.407)
R	0.56 (0.015)	54.9 (7.23)	11.8 (0.620)	0.56 (0.017)	19.0 (5.02)	3.19 (0.526)
S	0.51 (0.017)	52.9 (8.48)	10.0 (1.007)	0.51 (0.016)	26.1 (3.11)	2.76 (0.485)
T	0.52 (0.0094)	55.4 (5.83)	10.1 (1.229)	0.52 (0.011)	25.2 (4.58)	2.90 (0.218)
U	0.60 (0.015)	39.3 (6.84)	10.2 (0.316)	0.61 (0.017)	27.8 (4.70)	4.62 (0.528)
V	0.62 (0.022)	42.6 (9.01)	9.89 (0.764)	0.62 (0.023)	31.0 (4.36)	5.07 (0.343)
W	0.56 (0.020)	49.2 (6.42)	10.1 (0.801)	0.56 (0.020)	40.8 (8.43)	5.54 (0.503)
X	0.57 (0.020)	49.9 (5.43)	10.6 (0.745)	0.57 (0.019)	42.9 (10.2)	5.78 (0.470)
Y	0.49 (0.012)	43.4 (7.64)	8.96 (0.824)	0.50 (0.011)	23.8 (3.51)	2.76 (0.298)

3. 1. 5 新 JAS 規格基準への対応

平成 26 年 2 月 25 日に改正された合板の JAS 規格では、コンクリート型枠用合板の基準が改正され、「長さ方向スパン用」と「幅方向スパン用」の 2 種類に区分されることとなった。前者の強度性能に関する基準値は従来の規格における長さ方向の曲げ剛性試験の基準値と同じであり、後者は従来の規格における幅方向の曲げ剛性試験の基準値に替わって制定されたものである。現在の壁を打設する際のコンクリート型枠用合板の施工方法は、合板の長手方向を鉛直方向に向け、支持材も鉛直方向に向けるようになっている。すなわち、今日の施工方法において、コンクリート型枠用合板に作用する主応力がコンクリート型枠

用合板の短手(幅)方向であることから、「幅方向スパン用」の基準は、今日の施工方法に対応するために設けられたものである。なお、「幅方向スパン用」の基準値は従来のコンクリート型枠用合板を用いても大きな問題が生じていないことから、コンクリート型枠用合板の生産実態を考慮しながら設定されたものである。

本事業で供試したコンクリート型枠用合板のなかにも改正規格の「幅方向スパン用」の基準値を満たすものがみられ、特に幅方向の強度性能向上を念頭に置いた製品である記号W、Xは幅方向のMOR、MOEともに高い数値が得られている。これらのことより、製造方法を工夫することによって、地域材を用いたコンクリート型枠用合板においても改正規格の基準値への対応が十分可能であることがわかった。



写真 3. 浸漬処理風景

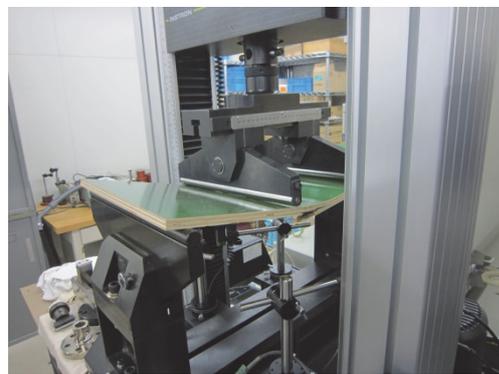


写真 4. 曲げ強度試験の風景(上:強度試験、下:湿潤処理)

表 4. 湿潤時曲げ強度試験結果

記号	湿潤							
	ρ (g/cm ³)	WA (%)	MOR _{0deg} (GPa)	MOE _{0deg} (GPa)	ρ (g/cm ³)	WA (%)	MOR _{90deg} (GPa)	MOE _{90deg} (GPa)
A	0.54 (0.018)	45.1 (6.12)	37.2 (5.65)	8.76 (1.80)	0.55 (0.015)	43.2 (6.93)	18.6 (2.21)	2.27 (0.297)
B	0.53 (0.019)	43.9 (3.76)	28.2 (2.54)	5.24 (0.204)	0.53 (0.016)	33.7 (3.79)	27.1 (2.17)	3.88 (0.526)
C	0.50 (0.015)	53.6 (3.30)	18.7 (1.32)	7.80 (0.509)	0.48 (0.014)	59.8 (4.28)	21.5 (2.44)	2.65 (0.414)
D	0.53 (0.026)	65.9 (6.54)	23.2 (2.28)	5.78 (0.549)	0.53 (0.029)	54.6 (8.01)	27.3 (3.74)	4.24 (0.623)
E	0.55 (0.021)	46.5 (9.09)	39.7 (5.01)	8.42 (1.16)	0.54 (0.020)	43.7 (7.17)	24.5 (3.45)	2.78 (0.563)
F	0.44 (0.019)	75.4 (5.87)	27.0 (3.29)	6.27 (0.751)	0.43 (0.024)	77.5 (8.52)	14.0 (2.03)	1.45 (0.204)
G	0.54 (0.018)	32.6 (4.78)	37.0 (2.57)	6.05 (0.750)	0.54 (0.018)	29.4 (2.93)	27.1 (2.68)	3.55 (0.438)
H	0.45 (0.015)	54.1 (11.1)	36.6 (3.15)	6.35 (0.758)	0.44 (0.013)	51.0 (7.42)	20.8 (3.97)	2.70 (0.643)
I	0.55 (0.035)	32.5 (3.32)	32.6 (6.92)	6.76 (2.01)	0.55 (0.033)	29.1 (2.93)	16.0 (3.15)	1.94 (0.371)
J	0.50 (0.021)	53.8 (3.50)	38.2 (4.10)	7.45 (0.548)	0.51 (0.016)	53.1 (6.14)	19.5 (1.78)	2.80 (0.345)
K	0.52 (0.018)	52.8 (7.09)	34.0 (4.53)	8.75 (0.756)	0.52 (0.018)	50.5 (9.82)	18.7 (2.73)	2.56 (0.578)
L	0.51 (0.018)	65.7 (6.87)	30.3 (5.02)	7.05 (0.842)	0.51 (0.018)	62.0 (8.47)	17.4 (2.27)	2.54 (0.506)
M	0.49 (0.023)	53.7 (13.4)	33.0 (10.3)	7.52 (0.687)	0.49 (0.023)	51.9 (12.5)	20.2 (3.0)	2.44 (0.365)
N	0.47 (0.018)	55.3 (7.54)	37.2 (7.06)	7.73 (1.06)	0.47 (0.018)	53.5 (4.51)	17.5 (2.11)	1.95 (0.33)
O	0.44 (0.010)	70.3 (7.10)	32.1 (1.76)	7.37 (0.519)	0.44 (0.013)	72.4 (6.00)	16.6 (2.46)	2.07 (0.234)
P	0.44 (0.012)	67.9 (7.13)	34.1 (3.16)	7.98 (0.575)	0.44 (0.016)	62.3 (6.34)	16.4 (1.82)	2.07 (0.120)
Q	0.58 (0.020)	57.1 (13.5)	40.7 (5.20)	9.43 (0.933)	0.58 (0.027)	57.4 (14.7)	18.4 (2.93)	2.58 (0.484)
R	0.56 (0.017)	52.4 (6.77)	38.6 (4.90)	8.92 (0.905)	0.56 (0.016)	47.2 (5.44)	17.2 (2.77)	2.63 (0.502)
S	0.51 (0.016)	43.5 (6.85)	38.3 (3.18)	7.31 (0.732)	0.52 (0.016)	44.6 (7.24)	17.7 (2.11)	2.32 (0.419)
T	0.52 (0.012)	38.2 (3.80)	39.5 (5.21)	7.94 (1.18)	0.52 (0.0095)	39.1 (5.51)	18.1 (1.52)	2.43 (0.225)
U	0.60 (0.016)	21.5 (2.97)	33.3 (4.64)	8.00 (0.659)	0.60 (0.019)	20.9 (2.69)	26.7 (4.19)	3.86 (0.580)
V	0.63 (0.024)	25.8 (4.80)	32.3 (5.69)	7.54 (1.36)	0.62 (0.013)	22.8 (3.59)	26.0 (2.54)	3.61 (0.416)
W	0.57 (0.023)	44.2 (7.05)	38.9 (5.37)	8.17 (0.586)	0.56 (0.025)	42.8 (6.57)	27.9 (3.07)	4.53 (0.477)
X	0.57 (0.023)	42.0 (2.74)	35.9 (3.83)	8.04 (1.04)	0.57 (0.016)	43.9 (5.41)	28.1 (2.73)	4.86 (0.315)
Y	0.50 (0.012)	50.8 (3.07)	34.8 (4.59)	7.14 (1.09)	0.50 (0.013)	50.3 (6.24)	17.5 (1.44)	2.27 (0.177)

3. 2 地域材を用いた塗装型枠用合板の性能試験

3. 2. 1 供試合板

試験に供試した合板は表 1 に示したもののうち、塗装の施された表 5 に示す 4 種類である。S、U、W の 3 種類は(株)J-ケミカル、Y は(公財)日本合板検査会にて測定・評価を行った。

表 5. 供試合板の試験体構成

試験体 No.	合板樹種	厚さ (mm)	プライ数
S	表・裏板： 2.5mm ヒノキ 芯板： 2.5mm ヒノキ 添え芯板： 2.5mm ヒノキ	12	5
U	表・裏板： 1.8mm ラーチ 芯板： 1.8mm ラーチ 添え芯板： 3.65mm カラマツ	12	5
W	表・裏板： 2.1mm ヒノキ 芯板： 2.1mm ヒノキ 添え芯板： 3.1mm ダグラス・ファー	12	5
Y	表・裏板： 2.5mm ヒノキ 芯板： 2.5mm ヒノキ 添え芯板： 2.5mm ヒノキ	12	5

3. 2. 2 コンクリート型枠評価方法および合格基準

塗装型枠用合板の評価項目および方法を表 6 に、JAS 規格における合格基準を表 7 に示す。

表 6. コンクリート型枠用合板の評価方法

項目	評価方法
1 類浸漬はく離試験	コンクリート型枠用合板の JAS 規格に準拠して測定。n=4 ◎：接着層、塗膜のはく離なし ○：接着層、塗膜のはく離が 1 辺の長さの 1/3 未満 ×：接着層、塗膜のはく離が 1 辺の長さの 1/3 以上
含水率試験	コンクリート型枠用合板の JAS 規格に準拠して測定。n=2
平面引張り試験	コンクリート型枠用合板の JAS 規格に準拠して測定。単位：N/mm ² 、括弧内は木部破断率。単位:%。n=18
寒熱繰り返し C 試験	コンクリート型枠用合板の JAS 規格に準拠して測定。n=3
耐アルカリ試験	コンクリート型枠用合板の JAS 規格に準拠して測定。n=2
ホルムアルデヒド 放散量試験	コンクリート型枠用合板の JAS 規格に準拠して測定。n=1

表 7. コンクリート型枠用合板の JAS 規格

項目	合格基準												
接着の程度	1 類浸漬はく離試験の結果、試験片の同一接着層におけるはく離しない部分の長さがそれぞれの側面において 50mm であること。												
含水率	含水率試験の結果、同一試料から採取した試験片の含水率の平均値が 14%以下であること。												
塗膜又はオーバーレイ層の接着の程度、温度変化に対する耐候性および耐アルカリ性	<p>1~3 の要件を満たすこと。</p> <p>1 平面引張り試験の結果、同一試料合板から採取した試験片の接着力の平均が 1.0MPa (N/mm²) 以上であること。</p> <p>2 寒熱 C 試験の結果、試験片の表面に割れ、膨れ及びはがれを生じないこと。</p> <p>3 耐アルカリ試験の結果、次の (1) 及び (2) の要件を満たすこと。</p> <p>(1) 48 時間被覆した後に水溶液が残っていること。</p> <p>(2) 24 時間放置した後の試験片の表面に割れ、膨れ及びはがれ並びに著しい変色又はつやの変化を生じないこと。ただし、実際にコンクリートを打ち込んだ結果、コンクリートの硬化不良又は変色をしないことが確かめられている場合にあっては、割れ、膨れ及びはがれを生じないこと。</p>												
ホルムアルデヒド放散量 (ホルムアルデヒド放散量についての表示をしてあるものに限る)	<p>ホルムアルデヒド放散量試験の結果、平均値及び最大値が表示区分に応じ、それぞれ次の表の値以下であること。</p> <table border="1" data-bbox="624 1420 1318 1664"> <thead> <tr> <th data-bbox="624 1420 826 1518">表示の区分</th> <th data-bbox="826 1420 1086 1518">平均値 (mg/L)</th> <th data-bbox="1086 1420 1318 1518">最大値 (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="624 1518 826 1570">F☆☆☆</td> <td data-bbox="826 1518 1086 1570">0.5</td> <td data-bbox="1086 1518 1318 1570">0.7</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1570 826 1621">F☆☆</td> <td data-bbox="826 1570 1086 1621">1.5</td> <td data-bbox="1086 1570 1318 1621">2.1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1621 826 1664">F☆</td> <td data-bbox="826 1621 1086 1664">5.0</td> <td data-bbox="1086 1621 1318 1664">7.0</td> </tr> </tbody> </table>	表示の区分	平均値 (mg/L)	最大値 (mg/L)	F☆☆☆	0.5	0.7	F☆☆	1.5	2.1	F☆	5.0	7.0
表示の区分	平均値 (mg/L)	最大値 (mg/L)											
F☆☆☆	0.5	0.7											
F☆☆	1.5	2.1											
F☆	5.0	7.0											

3. 2. 3 性能評価結果

塗装合板の性能試験結果とコンクリート型枠用合板の JAS 規格に準じた評価結果の一覧を表 8 に示す。顕微鏡写真を用いた目視による評価結果を写真 5 に示す。

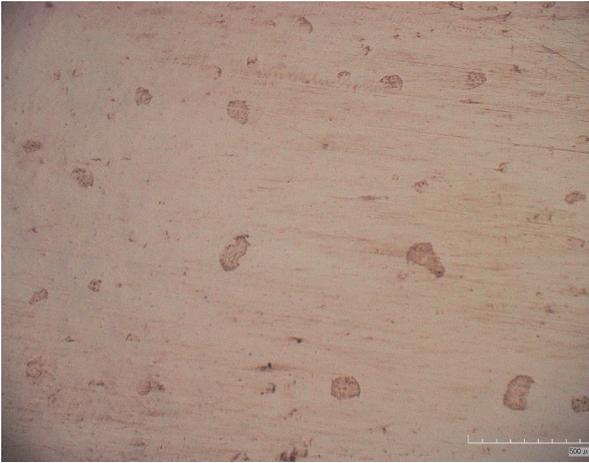
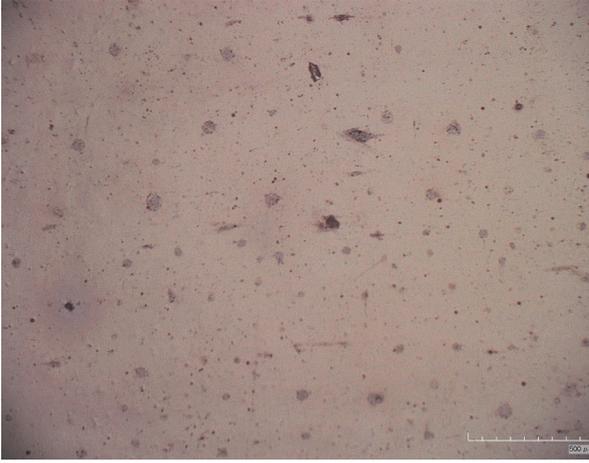
表 8. 塗装合板の性能試験および評価結果一覧

試験体 No.		S	U	W	Y
表・裏板		2.5mm ヒノキ	1.8mm ラーチ	2.1mm ヒノキ	2.5mm ヒノキ
芯板		2.5mm ヒノキ	1.8mm ラーチ	2.1mm ヒノキ	2.5mm ヒノキ
添え芯板		2.5mm ヒノキ	3.65mm カラマツ	3.1mm ダグ ラス・ファー	2.5mm ヒノキ
構成厚さ、ply 数		12.0mm、5ply	12.0mm、5ply	12.0mm、5ply	12.0mm、5ply
1 類浸漬 はく離 試験	JAS 規格	合格	合格	合格	合格
	台板	◎◎◎◎	◎◎◎◎	◎◎◎◎	◎◎◎◎
	塗膜	◎◎◎◎	◎◎◎◎	◎◎◎◎	◎◎◎◎
含水率 試験	JAS 規格	合格	合格	合格	合格
	(%)	8.9	7.6	8.4	9.0
平面 引張り 試験※	JAS 規格	合格	合格	合格	合格
	平均	2.23(100)	1.77(100)	1.46(100)	1.60(-)**
	最小	1.50(100)	1.08(100)	1.01(100)	0.8(-)**
	最大	2.72(100)	2.68(100)	2.02(100)	2.9(-)**
寒熱 繰り返し C 試験	JAS 規格	合格	合格	合格	合格
	割れ	なし	なし	なし	なし
	膨れ	なし	なし	なし	なし
	はがれ	なし	なし	なし	なし
耐 アルカリ 試験	JAS 規格	合格	合格	合格	合格
	染込み	なし	なし	なし	なし
	割れ	なし	なし	なし	なし
	膨れ	なし	なし	なし	なし
	はがれ	なし	なし	なし	なし
	変色 つやの変化	なし	なし	なし	なし
ホルム アルデヒ ド放散量	JAS 規格の 区分	F☆☆☆	F☆☆☆	F☆☆☆	-**
	(mg/L)	0.11	0.09	0.09	-**

※平面引張り試験：単位；N/mm²、() 内；木部破断率%

※※平面引張り試験の木部破断率、ホルムアルデヒド放散量は Y については未評価

写真 5. 顕微鏡写真を用いた目視による評価結果一覧

No.	表面写真（140倍レンズ使用）	木口面写真（140倍レンズ使用）
W		
U		
S		

評価結果をまとめると以下の通りである。

- ・1類浸漬はくり試験の結果、全ての塗装合板試料において台板、塗膜のはく離はなく、コンクリート型枠用合板の JAS 規格基準に適合していた。
- ・含水率試験の結果、全ての塗装合板試料において 14%以下となりコンクリート型枠用合板の JAS 規格基準に適合していた。
- ・平面引張り試験の結果、全ての塗装合板試料において $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上となりコンクリート型枠用合板の JAS 規格基準に適合していた。
- ・寒熱繰り返し C 試験の結果、全ての塗装合板試料において割れ、膨れ、はがれはなく、コンクリート型枠用合板の JAS 規格基準に適合していた。
- ・耐アルカリ試験の結果、全ての塗装合板試料において染込み、割れ、膨れ、はがれ、変色、つやの変化はなく、コンクリート型枠用合板の JAS 規格基準に適合していた。
- ・ホルムアルデヒド放散量試験の結果、全ての塗装合板試料において $0.5\text{mg}/\text{L}$ 以下となり、コンクリート型枠用合板の JAS 規格におけるホルムアルデヒド放散量表示の区分では F☆☆☆に相当した。

3. 3 地域材を用いた型枠用合板の打設試験

3. 3. 1 供試合板

打設試験に供試した合板は、公称厚さ 12mm・5 プライで、表板・裏板がシラカバ(ロシア産)、添え心層がスギ、心層がカラマツの複合合板(Q) と、公称厚さ 12mm・5 プライで、全層ヒノキの単一樹種合板(S) と、公称厚さ 12mm・5 プライで、表板・裏板、心層がラーチ(北洋カラマツ)、添え心層がカラマツの複合合板(U)と、公称厚さ 12mm・5 プライで、表板・裏板・心層がヒノキ、添え心層がベイマツの複合合板(W) 、の 4 種類で、塗装(Decoration)の施された合板を用いた。

3. 3. 2 打設試験場所

打設試験を行った場所は、以下の通りである。

建設工事現場

- ① 大阪府大阪市内マンション (14 階建て、壁厚:200mm、階高:2 階から 6 階が 2,910mm、7 階から 14 階が 2,860mm、) 、使用型枠 (S)
- ② 福岡県福岡市内マンション (14 階建て、壁厚:200mm、階高:3,010mm) 、使用型枠 (W)

土木工事現場

- ③ 秋田県由利本荘市米坂字堂ノ沢地内「秋田県営治山工事」(谷止工 1 基、高さ:7,590mm、幅:25,000mm)、使用型枠 (Q)
- ④ 宮城県内「防潮護岸工事」(防潮堤、高さ:9,800mm、幅:131,800mm) 、使用型枠 (U)

3. 3. 3 打設試験の評価方法

コンクリート型枠の打設時の性能評価については、定められた方法がないため、建設工事現場では、脱型後のコンクリート表面に支点間距離 300mm の矢高計をあて、支点間中央部における変位(凹凸)を測定し、打設面の精度の指標とした。土木工事現場では、目視による確認とし、両現場とも、打設工事を実際に行った工事施工者に聞き取り調査を行った。

3. 3. 4 評価結果

評価結果を表 9、表 10 に示す。表 9-1 から表 9-10 が前項の①大阪市の結果、表 10-1 ~表 10-13 が前項の②福岡市の結果である。

表中の数値は矢高計測長 300mm に対する中央部の変位を示し、マイナスの数値が壁面の膨らみ(はらみ)、プラスの数値が壁面のへこみを意味する。X 方向が幅方向、Y 方向が長さ方向の変位である。

建築工事現場では、供試型枠用合板の長手方向が鉛直方向となるように設置され、合板長手方向を向いた栈または単管パイプ(φ48.6mm)を幅方向に 200mm 間隔で入れ、型枠の支柱として合板短手方向を向いた単管パイプまたは角パイプ(□60mm)を長手方向に 455mm 間隔で入れて支持していた。すなわち、合板の主応力方向は短手方向であり、この施工方法は、今日、壁の打設時に一般的に用いられる通常の施工仕様であった。

大阪市及び福岡市の建設の現場では、1階から14階まで転用しながら供試合板を用いたが、転用回数が増しても、特段、壁面のはらみは増加せず、概ね1mm程度の数値を示した。測定箇所によっては特異的に大きな数値を示す場合があり、大阪市の現場では、最大3.2mm程度の数値が南洋材合板及び供試合板ともに測定された。これらの特異的な数値は、セパレーター付近のみで測定されており、セパレーター付近が側圧に対する変形を強く規制されるため、大きな数値を示したものと考えられる。

打設時の施工性について聞き取りを行ったところ、以下のような意見が寄せられた。

- ・強度、たわみについては、型枠として使用すること自体は特に問題ない。
- ・直上げ(打ちはなし)、クロス直貼り仕上げの場合、節のくぼみ等は補修対象となる。
- ・単管パイプの施工本数が低減できれば望ましい。
- ・転用可能回数、転用時の性能変化については、さらに情報が欲しい。
- ・壁と床で異なる型枠用合板を使用することは現場での管理上混乱を招く可能性があるため、できれば床スラブにも使用可能か検討してもらいたい。

土木工事現場では、型枠合板の長手方向は水平方向となるように設置され、鉛直方向を向いた単管パイプで支持されていた。すなわち、合板の主応力方向は長手方向であり、この施工方法は、建築工事における床の打設時に一般的に用いられる施工仕様であった。

土木工事現場における所見として、以下のような意見が得られた。

- ・各工事に係る出来高基準を満たしている。
- ・目視による打設面の仕上がり状態も問題ないものと思われる。
- ・打設精度は型枠工事の精度に依存する部分が大いいため、標準的な施工仕様の提案が望まれる。
- ・現場での使用時の不安の払拭や型枠工事の設計を必要とする現場への対応のため、型枠用合板の性能値等、供給側からの情報提供が重要である。

建設工事現場

① 【大阪府内マンション建設工事現場】

所在地： 大阪府大阪市内

構造・規模： RC 14階建 1フロア5戸

使用合板： サイズ2×6、厚さ12mm、塗装有り、5層（オールヒノキ）200枚



建設工事全景

大阪現場実証調査写真



2階仕上げ現場



2階仕上げ及び断熱材作業現場



2階仕上げ現場



3階断熱剤吹き付け現場



ヒノキ型枠コンクリート面①



断熱材



ヒノキ型枠コンクリート面（5F-1）



ラワン型枠コンクリート面（F5-3）



ラワン型枠コンクリート



ヒノキ型枠コンクリート面（5F-5）



ヒノキ型枠使用面（5F-5）



ヒノキ型枠使用面（5F



天井の状況

② 【福岡県内マンション建設工事現場】

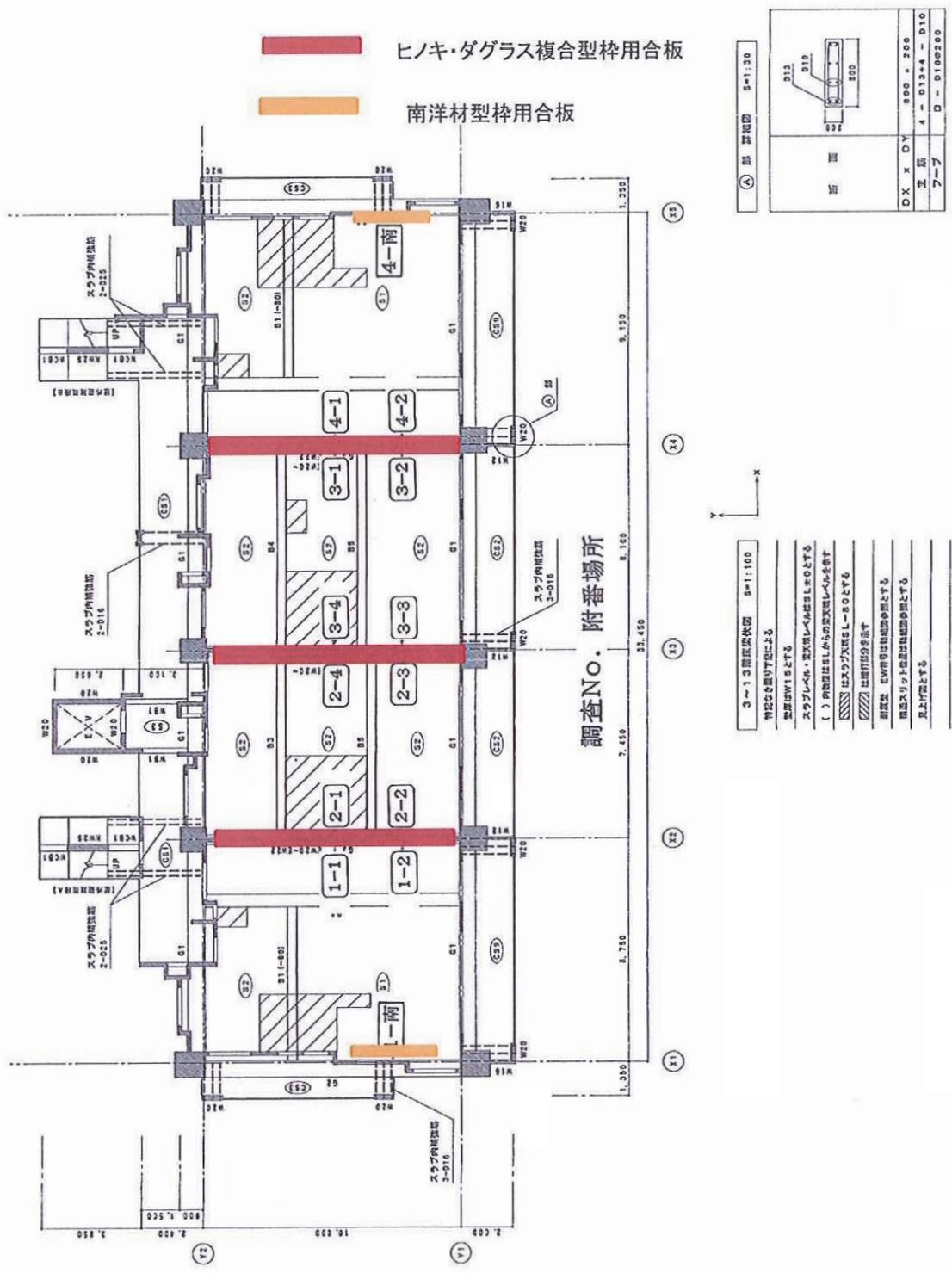
所在地： 福岡県福岡市内

規 模： RC14階建 1フロア4戸（1階駐車場）

使用合板： サイズ2×6、厚さ12mm、塗装有り、5層（FB、心層ヒノキ、
添え心層ベイマツ）110枚



建設工事全景



ヒノキ・ダグラス複合型枠用合板
 南洋材型枠用合板

調査No. 附番場所

④ 部 群 図 5=1:30

所	
DX x DY	800 x 200
型 番	4 - 013-4 - D10
7-7	D - 0100200

Y
X

- 3~1 2階床床版 5=1:100
- 階段を覆う下による
- 型厚はW1とする
- スラブレベル・窓位置は必ずしも示しとす
- () 内装は左からの窓位置を示す
- ハスラ付スラットは80とする
- 出扉は必ず示す
- 別添 電圧等は必ず示す
- 固定スリットは必ず示す
- 見上げとする



測定器具



X(横方向)の測定



Y(縦方向)の測定



3階 チサンコート型枠



3階 チサンコート施工



2階 部屋番号2 2-1



3階 間仕切り壁

表9-1 大阪府内マンション打設試験結果

場所：大阪市内

調査日：2013/11/19

3階

型枠用合板実証調査野帳

(L=300m/m以下同じ)

3階

型枠用合板実証調査野帳

(L=300m/m以下同じ)

(調査No. 3F-1) 部屋番号1 入り口より左側左から 5枚目

(調査No. 3F-2) 部屋番号1 入り口より右側左から 5枚目

(合板の種類： オールヒノキ型枠用合板)

(合板の種類： オールヒノキ型枠用合板)

転用回数：2回 (木製サンギ2本・60°バタ角パイプ4本施工)

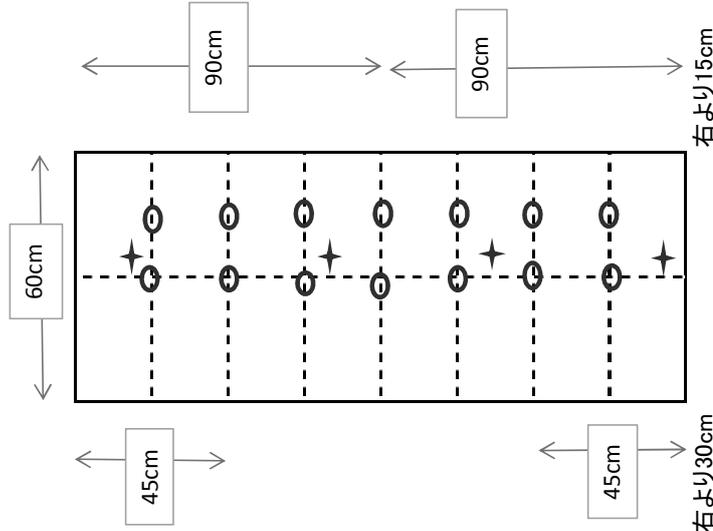
転用回数：2回 (木製サンギ2本・60°バタ角パイプ4本施工)

測定位置： ○ 右より30cm、右より15cm

測定位置： ○ 右より30cm、右より15cm

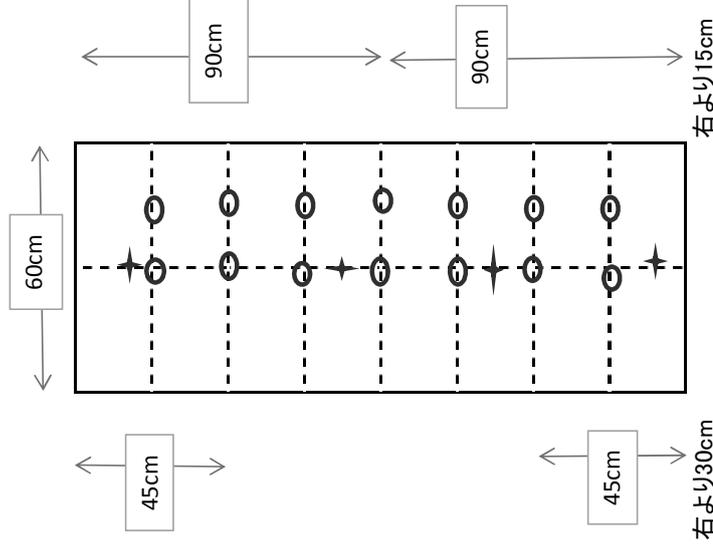
セバの位置： ★ 右より23cm(上より20,74,125,174cm)

セバの位置： ★ 右より30cm(上より20,75,125,175cm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.352	0.523	1	0.243	0.250
2	0.533	0.331	2	0.401	0.029
3	0.066	-0.191	3	0.497	0.158
4	-0.023	0.069	4	0.423	-0.035
5	0.266	-0.028	5	-0.070	-0.315
6	0.111	0.005	6	0.442	0.245
7	0.307	0.540	7	0.629	0.431

(単位：mm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.552	0.564	1	0.296	-0.229
2	-0.159	-0.324	2	1.010	0.107
3	0.000	-0.671	3	0.310	-0.470
4	0.106	-0.229	4	0.492	-0.122
5	0.861	0.744	5	0.188	0.220
6	0.154	-0.944	6	0.326	-0.527
7	0.770	0.034	7	0.465	0.662

(単位：mm)

表9-2 大阪府内マンション打設試験結果

場所：大阪市内

調査日：2013/11/19

3階

型枠用合板実証調査野帳

(L=300m/m以下同じ)

3階

型枠用合板実証調査野帳

(L=300m/m以下同じ)

(調査No. 3F-3) 部屋番号2 入り口より左側から 5枚目

(調査No. 3F-4) 部屋番号2 入り口より右側左から 5枚目

(合板の種類：ラワン型枠用合板)

(合板の種類：ラワン型枠用合板)

転用回数：2回 (木製サンギ2本・60°バタ角パイプ4本施工)

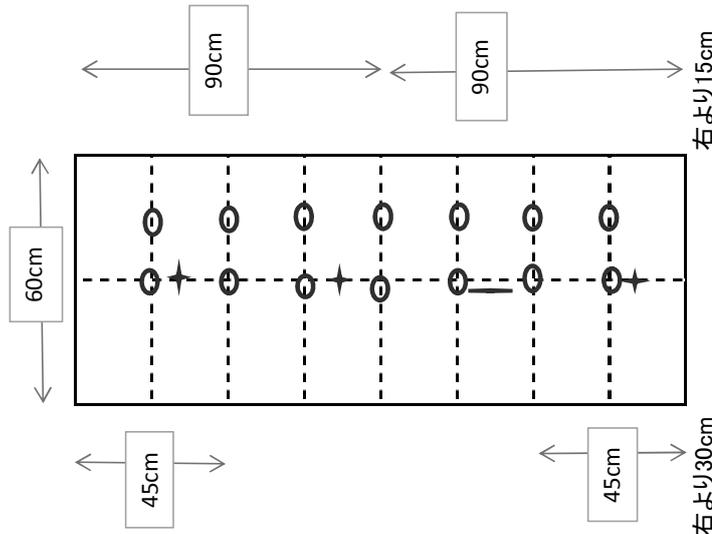
転用回数：2回 (木製サンギ2本・60°バタ角パイプ4本施工)

測定位置：○ 右より30cm、右より15cm

測定位置：○ 右より30cm、右より15cm

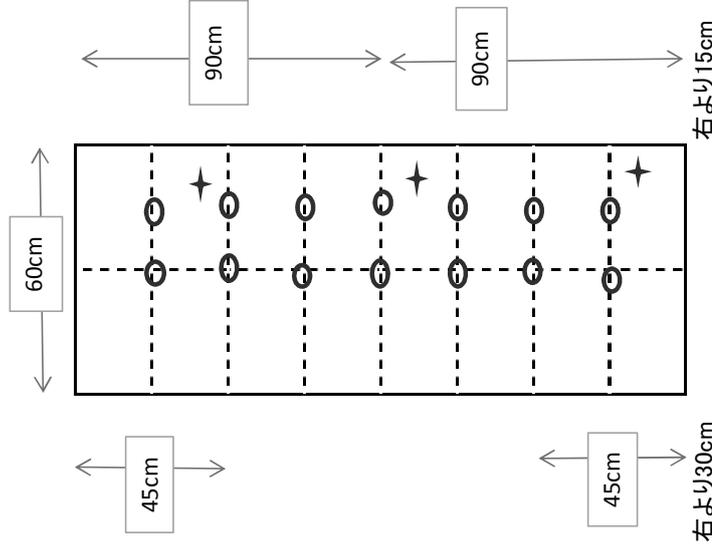
セバの位置：★ 右より30cm(上より28,79,129,160cm)

セバの位置：★ 右より13cm(上より42,105,159cm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	-0.020	-0.124	1	-0.283	-0.064
2	-0.135	-0.159	2	-0.326	-0.174
3	-0.483	-0.134	3	0.183	0.034
4	-0.034	0.199	4	0.188	0.054
5	-0.044	0.254	5	0.167	-0.149
6	-0.235	-0.036	6	0.073	-0.188
7	-0.958	-0.176	7	0.460	-0.302

(単位：mm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.043	0.067	1	-0.123	0.311
2	0.377	0.019	2	-0.445	-0.441
3	0.019	0.123	3	0.034	0.265
4	0.199	0.166	4	0.088	0.415
5	0.128	-0.253	5	-0.521	-0.565
6	0.115	0.002	6	0.052	0.263
7	0.207	0.001	7	-0.302	-0.405

(単位：mm)

表9-3 大阪府内マンション打設試験結果

場所:大阪市内

調査日:2014/4/14

13階

型枠用合板実証調査野帳

(L=300m/m以下同じ)

13階

型枠用合板実証調査野帳

(L=300m/m以下同じ)

(調査No. 13F-1) 部屋番号1 入り口より左側から 5枚目

(調査No. 13F-2) 部屋番号1 入り口より右側左から 5枚目

(合板の種類: オールヒノキ型枠用合板)

(合板の種類: オールヒノキ型枠用合板)

転用回数:12回 (60mm/バタ角 木製棧木2本施工)

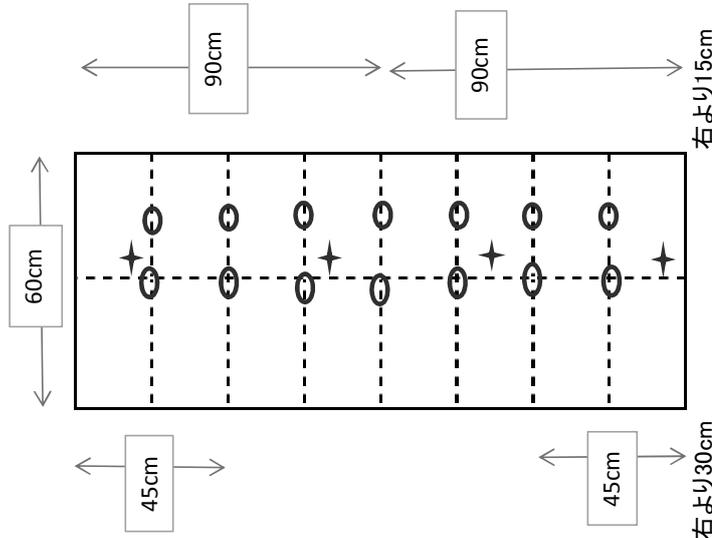
転用回数:12回 (60mm/バタ角 木製棧木2本施工)

測定位置: ○ 右より30cm、右より15cm

測定位置: ○ 右より30cm、右より15cm

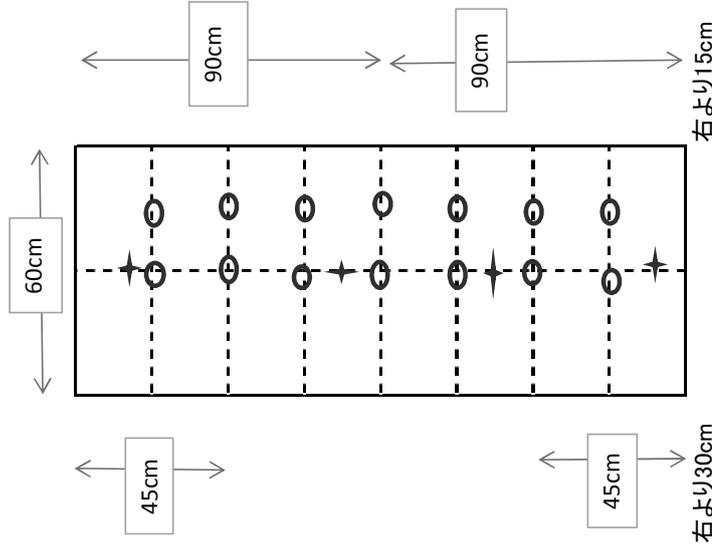
セバの位置: ★ 右より23cm(上より22,76,125,175cm)

セバの位置: ★ 右より30cm(上より21,76,126,175cm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.406	0.656	1	0.673	0.495
2	0.502	0.253	2	0.381	0.056
3	0.343	-0.012	3	0.292	0.031
4	0.117	0.127	4	-0.075	-0.470
5	0.045	0.086	5	0.177	-0.356
6	-0.203	0.112	6	0.563	0.466
7	0.049	0.569	7	0.586	0.434

(単位: mm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	1.019	0.939	1	0.734	-0.162
2	0.341	-0.031	2	0.988	0.226
3	0.728	-0.370	3	0.278	-0.418
4	0.636	-0.101	4	0.268	0.102
5	0.598	0.325	5	0.190	0.188
6	1.010	0.105	6	0.317	-0.023
7	1.505	1.072	7	0.094	0.942

(単位: mm)

表9-4 大阪府内マンション打設試験結果

場所：大阪市内

調査日：2014/4/14

13階

13階

型枠用合板実証調査野帳

型枠用合板実証調査野帳

(調査No. 13F-3) 部屋番号2 入り口より左側左から 5枚目

(調査No. 13F-4) 部屋番号2 入り口より右側左から 5枚目

(合板の種類：ラワン型枠用合板)

(合板の種類：ラワン型枠用合板)

転用回数：12回 (60mmバタ角 木製棧木2本施工)

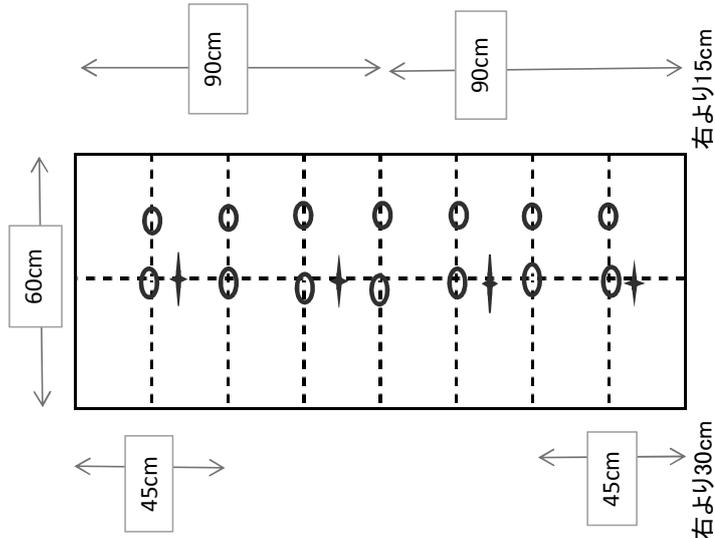
転用回数：12回 (60mmバタ角 木製棧木2本施工)

測定位置：○ 右より30cm、右より15cm

測定位置：○ 右より30cm、右より15cm

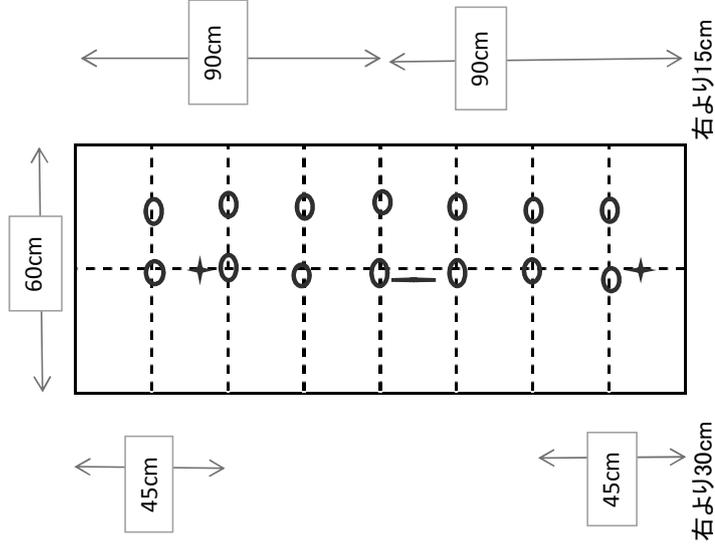
セパの位置：✦ 右より30cm(上より29,79,129,150cm)

セパの位置：✦ 右より31cm(上より33,94,153cm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.075	-0.600	1	0.584	1	-0.121	-0.121
2	0.164	0.171	2	0.933	2	0.098	0.098
3	-0.140	0.008	3	1.085	3	-0.058	-0.058
4	-0.724	-0.564	4	1.245	4	0.101	0.101
5	0.021	0.253	5	1.012	5	0.186	0.186
6	-0.729	-0.577	6	1.188	6	-0.001	-0.001
7	0.053	0.521	7	0.857	7	0.141	0.141

(単位：mm)



計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	-0.785	-0.824	1	0.563	1	-0.253	-0.253
2	-0.113	0.105	2	0.185	2	0.040	0.040
3	0.406	0.807	3	0.225	3	-0.288	-0.288
4	-2.504	-0.062	4	1.330	4	0.168	0.168
5	0.145	0.501	5	0.511	5	0.081	0.081
6	-0.211	0.136	6	0.382	6	0.165	0.165
7	-0.252	-0.011	7	0.293	7	-0.027	-0.027

(単位：mm)

表10—1 福岡県内マンション打設試験結果

場所：福岡県福岡市内

調査日：2013/09/06

2階 型枠用合板実証調査野帳

(調査No.2F1—1) 部屋番号1

2階 型枠用合板実証調査野帳

(調査No.2F1—2) 部屋番号1

(合板の種類：ヒノキ・ダグラス複合型枠用合板)

(合板の種類：ヒノキ・ダグラス複合型枠用合板)

転用回数：初回 (60mm角鋼 木製縦バタ27×60mm2本施工)

転用回数：初回 (60mm角鋼 木製縦バタ27×60mm2本施工)

○測定位置： 右より 15cm、右より 30cm

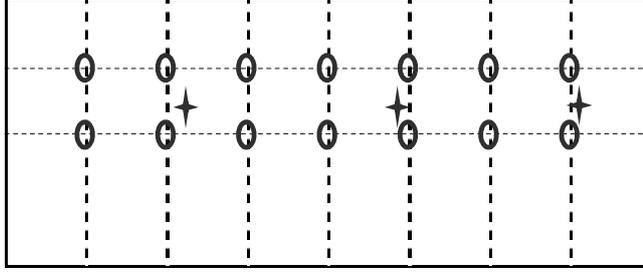
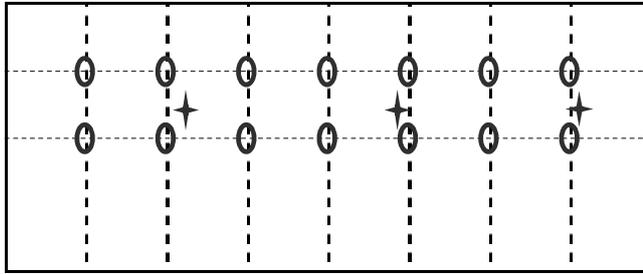
○測定位置： 右より 15cm、右より 30cm

★セパの位置： 右より 23cm、

★セパの位置： 右より 23cm、

✦セパの位置： 上より 50cm、110cm、160cm

✦セパの位置： 上より 50cm、110cm、160cm



計測位置	右より30cm		右より15cm		(単位：mm)	
	X(横の値)	Y(縦の値)	X(横の値)	Y(縦の値)	X(横の値)	Y(縦の値)
1	-0.334	-0.359	-0.359	-0.118	-0.356	-0.118
2	-0.408	0.572	-0.201	0.336	-0.201	0.336
3	-0.892	-0.407	-0.039	-0.224	-0.039	-0.224
4	-0.726	-0.108	-0.193	-0.217	-0.193	-0.217
5	-0.350	0.305	0.064	0.288	0.064	0.288
6	-0.423	0.036	0.088	0.254	0.088	0.254
7	-0.357	0.000	-0.080	0.133	-0.080	0.133

計測位置	右より30cm		右より15cm		(単位：mm)	
	X(横の値)	Y(縦の値)	X(横の値)	Y(縦の値)	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.048	0.329	0.010	-0.004	0.010	-0.004
2	-0.070	0.400	0.234	0.195	0.234	0.195
3	-0.480	-0.432	0.406	0.010	0.406	0.010
4	0.031	0.431	-0.197	0.071	-0.197	0.071
5	-0.065	0.201	-0.223	0.048	-0.223	0.048
6	-0.624	-0.463	-0.050	-0.066	-0.050	-0.066
7	-0.412	-0.257	0.136	0.017	0.136	0.017

表 10-2 福岡県内マンション打設試験結果

場所：福岡県福岡市内

調査日：2014/03/17

13 階

型枠用合板実証調査野帳

13 階

型枠用合板実証調査野帳

(調査No.13F1-1) 部屋番号1

(調査No.13F1-2) 部屋番号1

合板の種類：ヒノキ・ダグラス複合型枠用合板)

(合板の種類：ヒノキ・ダグラス複合型枠用合板)

転用回数：12回 (60mm角鋼 木製縦バタ27×60mm2本施工)

転用回数：12回 (60mm角鋼 木製縦バタ27×60mm2本施工)

○測定位置： 右より 15cm、右より 30cm

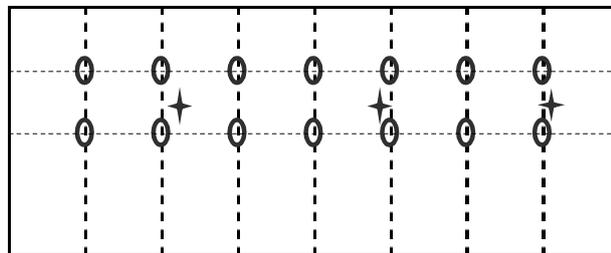
○測定位置： 右より 15cm、右より 30cm

★セパの位置： 右より 23cm、

★セパの位置： 右より 23cm、

★セパの位置： 上より 50cm、110cm、160cm

★セパの位置： 上より 50cm、110cm、160cm

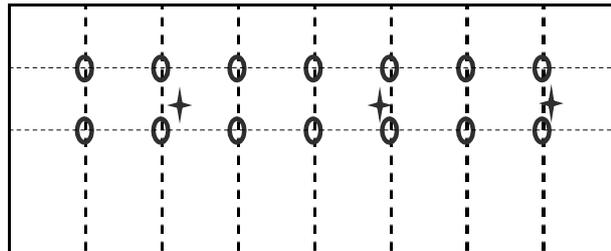


右より30cm

右より15cm

(単位:mm)

計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	0.236	0.330	1	0.658	0.220
2	0.105	-0.760	2	0.473	-0.446
3	0.740	0.429	3	0.065	0.281
4	0.822	0.254	4	0.096	-0.019
5	0.300	-0.468	5	0.059	-0.259
6	0.359	0.090	6	-0.040	-0.023
7	-0.074	-0.442	7	-0.175	-0.397



右より30cm

右より15cm

(単位:mm)

計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)	計測位置	X(横の値)	Y(縦の値)
1	-0.079	0.046	1	0.265	0.126
2	-0.343	-0.321	2	-0.140	-0.206
3	-0.434	0.124	3	-0.659	0.069
4	0.047	0.158	4	-0.183	0.016
5	-0.377	-0.534	5	0.035	-0.097
6	0.141	0.303	6	0.219	0.010
7	-0.616	-0.590	7	0.215	-0.020

土木工事現場

③【秋田県宮治山工事現場】

業務個所： 秋田県由利本荘米坂字堂ノ沢地内

工 期： 平成 25 年 10 月 3 日～平成 26 年 3 月 26 日

発 注 者： 秋田県農林水産部林業土木産業課

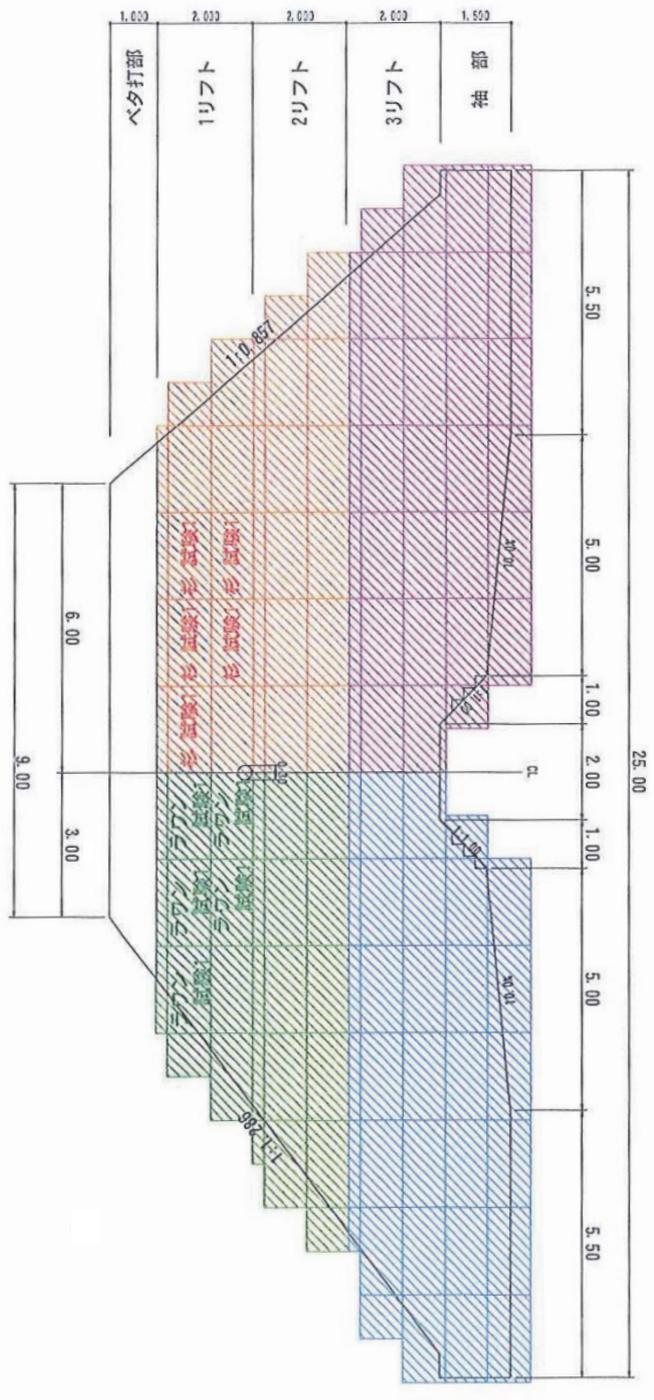
使用合板： サイズ 3×6、厚さ 12mm、塗装有り 5 層（F B は、ロシア産シラカバ、
添え心層はスギ、心層はカラマツ）100 枚



No.2谷止工 型枠展開図 上流側

右岸

左岸



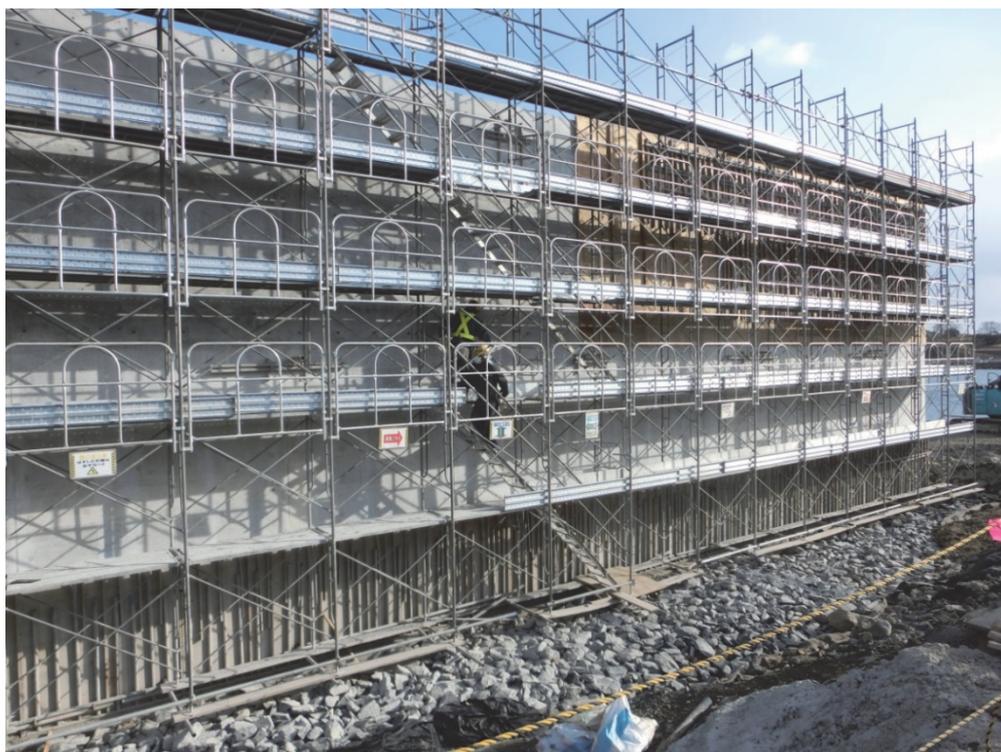
打設順序	型枠・型枠支保・足場設置期間	打設日	型枠箇所	合板種類	使用回数
1リフト	11月6日～11月9日	11月11日	1リフト 左岸	杉合板	転用 1 回目
1リフト	11月6日～11月9日	11月11日	1リフト 右岸	ラワン合板	転用 1 回目
2リフト	11月12日～11月16日	11月18日	2リフト 左岸	杉合板	転用 1 回目
2リフト	11月12日～11月16日	11月18日	2リフト 右岸	ラワン合板	転用 1 回目
3リフト	11月19日～11月25日	11月26日	3リフト 左岸	杉合板	転用 2 回目
3リフト	11月19日～11月25日	11月26日	3リフト 右岸	ラワン合板	転用 2 回目
袖部	11月27日～12月5日	12月6日	袖部 左岸	杉合板	転用 2 回目
袖部	11月27日～12月5日	12月6日	袖部 右岸	ラワン合板	転用 2 回目



④【宮城県内防潮護岸工事現場】

4. 工事概要

- ・ 工種 コンクリート防潮堤による復旧工事
($L=131.8\text{m}$ $H=9.8\text{m}$ $V=3,638.51\text{m}^3$)
- ・ 工期 H25年2月～H26年1月
- ・ 合板使用予定量 約300枚(資材調達状況を踏まえ調整)
- ・ 使用合板 サイズ 3×6 厚さ12mm 塗装有り
5層(FB・心層はラーチ、添え心層はカラマツ)





3. 4 成果のまとめと普及び今後の課題

3. 4. 1 成果のまとめ

試作した合板は全て型枠用合板の JAS 規格基準値を満足しており、スギ等の地域材を一部または全層に使用しても要求性能を満たす合板が製造可能であることが確認できた。

特にスギを用いると合板の密度が低くなり、現場での施工性が向上することは利点の一つと考えられる。

0° 方向、90° 方向の曲げ性能を比較すると、すべての合板で 0° 方向(合板の長手方向)の曲げヤング係数は JAS 規格基準値を十分満足していた。同じ樹種の組み合わせの場合、0° 方向の曲げヤング係数が低いほど、90° 方向(合板の短手方向)の曲げヤング係数が高い傾向が見られた。各層の単板の厚さや積層数を変えることで、それぞれの方向の曲げヤング係数を設計することが可能であり、使用する樹種の組み合わせを変化させることでも、各方向の曲げヤング係数を変化させることができる。

本年度供試したコンクリート型枠用合板のなかにも改正規格の「幅方向スパン用」の基準値を満たすものがみられ、特に幅方向の強度性能向上を念頭に置いた製品である記号 W、X は幅方向の MOR、MOE とともに高い数値が得られている。これらのことより、製造方法を工夫することによって、地域材を用いたコンクリート型枠用合板においても改正規格の基準値への対応が十分可能であることがわかった。

塗装合板の性能も同 JAS 規格基準値を満足していることが明らかとなった。打設時の実証調査においても、型枠合板の性能としては特段問題なく、従来の南洋材合板と同様に使用可能であることが明らかとなった。

本事業における実証調査の結果、本事業で用いた型枠用合板の強度性能は、コンクリート型枠用合板の JAS 規格基準値に合致しており、塗装合板の性能も同 JAS 規格基準値を満足していることが明らかとなった。打設時の実証調査においても、型枠合板の性能としては特段問題なく、従来の南洋材合板と同様に使用可能であることが明らかとなった。打設現場から得られた成果をもとに、現在の使用実態に対応可能であることをデータによって示すことで、さらに地域材を用いた型枠用合板の信頼性を向上できるものと考えられる。

3. 4. 2 成果の普及

本事業により開発された地域材を利用した型枠用合板に係る各種性能試験及び現地実証試験は、現場施工がモデルとなって、関係の建設業界、型枠業界に広く普及されマスコミにも取り上げられた。

主な普及活動は以下の通りである。

- ① 平成 25 年 7 月 17 日に、東京都中央区内で開催された、(一社) 日本建設業連合会環境企画専門部会において、日合連より平成 24 年度の本事業成果及び、平成 25 年度の事業概要等について講演を行った。

環境企画専門部会

	氏名	会社名	役職
部会長	穴井 伸二	清水建設(株)	安全環境本部地球環境部部長
副部会長	大竹 利幸	前田建設工業(株)	CSR・環境部シニアマネージャー
委員	多田 治弥	(株)安藤・間	安全品質環境本部品質環境部長
委員	中山 正夫	(株)大林組	環境部副部長
委員	秋葉 恵子	鹿島建設(株)	環境本部地球環境室
委員	西間木 朗	(株)熊谷組	CSR推進室 品質環境マネジメントグループ部長
委員	室田 敬一	(株)鴻池組	経営管理本部 安全環境部 安全環境課長
委員	河野 利生	五洋建設(株)	安全品質環境本部安全品質環境部担当部長
委員	小山 敏明	清水建設(株)	環境本部企画管理部地球環境室課長
委員	宇治 昇一	大成建設(株)	環境本部企画管理部地球環境室課長
委員	川人 尚美	(株)竹中工務店	CSR推進部課長
委員	岡山 孝	大日本土木(株)	東京本社環境安全品質部課長
委員	若月 克敏	東急建設(株)	安全環境部環境グループリーダー
委員	佐藤 孝一	戸田建設(株)	広報・CSR部CSR課課長
委員	長谷川 真也	西松建設(株)	CSR・コンプラ推進部CSR推進課副課長
委員	廣田 修	(株)フジタ	安全・調達本部安全環境部次長
委員	村瀬 敬司	三井住友建設(株)	企画部環境経営グループグループ長

計17名 敬称略 氏名50音順

- ② 平成 25 年 11 月 7 日に、鹿児島県霧島市に於いて、開催された（一社）日本建設大工工事業協会九州支部の研修会において、福岡市内 14 階建てマンション建設現場の実証調査の概要等を説明した。



- ③ 平成 25 年 12 月 9 日に双日建材株式会社社会議室において開催された「第 2 回針葉樹型枠推進協議会総会」において「国産針葉樹材を用いた型枠用合板の開発」と題してこれまでの事業成果と本年度の事業概要について講演を行った。

- ④ 平成 25 年 11 月 6 日から 9 日まで、愛知県名古屋市内「ポートメッセ名古屋」において「日本木工機械展／ウッドエコテック 2013」が開催され、平成 25 年度事業の成果及び平成 26 年度事業の概要についてのパネルの展示等を行った。
入場者数（15,325 人）



- ⑤ 成 25 年 12 月 3 日に秋田県由利本荘市内、平成 26 年 1 月 14 日に宮城県気仙沼市内の国有林、平成 26 年 3 月 7 日に福岡県福岡市内において以下の通り現地実証現場を活用して説明会・意見交換等を行った。

(1) 【秋田県営治山工事現場】

平成 25 年度 地域材型枠合板実証事業現地検討会

主催： 秋田県、日本合板工業組合連合会

日時： 平成 25 年 12 月 3 日（火）

場所： 現地検討会 （由利本荘市大内堂ノ沢地内）

室内研修会 （由利地域振興局大会議室）

参加者： 約 70 名

1 現地検討会 （13：30～14：20）

- (1) 事業概要 （秋田県林業木材産業課）
- (2) 堂ノ沢治山工事全体概要 （由利森づくり推進室）
- (3) コンクリート打設の概要 （秋田県林業コンサルタント）
- (4) 視察・質疑応答

2 室内研修会 （15：15～16：30）

- (1) 調査内容説明 （林業木材産業課）
- (2) 林野庁挨拶
- (3) 日本合板工業組合連合会挨拶
- (4) 地域材コンクリート型枠用合板市場開拓推進委員会挨拶・説明
- (5) 地域材型枠製品説明 （新秋木工業(株)）
- (6) 型枠試験の方法と試験状況 （秋田県木材加工推進機構）
- (7) 質疑応答

【配布資料等】

- 1, 平成 25 年度地域材型枠合板実証事業現地検討会 開催日程・行程表
- 2, 平成 25 年度地域材型枠合板実証事業現地検討会出席者名簿
- 3, 平成 25 年度地域材型枠合板実証事業現地検討会 次第
- 4, 平成 25 年度地域材型枠合板実証調査の概要
- 5, 「地域材を使用したコンクリート型枠用合板の開発・普及について」事業報告書
- 6, コンクリート型枠用合板の J A S に係る曲げ剛性基準等の見直し（1 枚）
- 7, 地域材を使用したコンクリート型枠用合板の開発（1 枚）



現地検討会



室内研修会

日本合板工業組合連合会(井上博博会長)主催の2013年度地域材型枠用合板実地調査が8日、秋田県田利本荘市米坂字等々沢地内(利用地域審議員募集の治山事業現場)のコンクリート仕上げ工事(治山ダム)で行われた。新秋木工業(佐々木隆次郎社長)が開発した地域材型枠用合板(800X1800X12mm、E1グレード)で、表板・裏板がどう方(軸入)、添え心層に秋田杉が使用された複合合板が設置されている建設現場や、取り外されて積んでおける地域材型枠用合板と西洋材型枠用合板などが展示されている現場を関係者約60人が視察した。

治山ダムの施工現場を視察

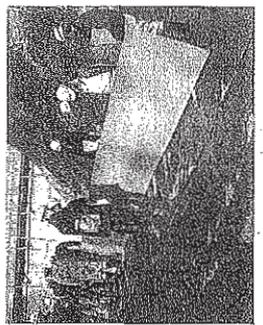
地域材と西洋材型枠用合板を比較

日本合板工業組合連合会

ポイント

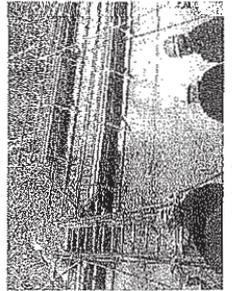
地域材型枠用合板実地調査は、土木分野で地域材の新たな利用につながる取り組みで、これまで主に輸入合板が利用されてきたコンクリート型枠に、県内企業が開発した地域材を利用した型枠用合板を活用、土木工事現場での実証調査を行った。工事現場を関係者への普及・啓蒙の場として公開することで、地域材による新たな合板需要の促進を図っている。

そのため本業務では、実際の治山ダム工事におい



使用された地域材型枠用合板を吟味する関係者

て、地域材型枠用合板を用いた施工を行い、それに伴う西洋材型枠との比較や施工面の仕上がり、利用後の型枠の性状変化などを調査し、実証結果をまとめることを目的としている。



治山ダム工事現場

治山事業視察会は、集会所である田利本荘市の「道の駅おおぞら」を午後1時10分にバス2台で出発、現地向かった。現場には20分ほどで到着。徒歩10分のところに工事現場があったが、ここで関係者から概要説明があった後、工事担当者から地域材型枠用合板を縦に使用した現場を視察。事業効果などの説明を受けた後、熱心に見学した。また、西洋材合板の未使用・使用合板を比較で

きる展示物などの裏面を手で触り、感触を確かめた。

工事現場の視察は約1時間で終了したが、「西洋材型枠用合板が主だったので、耐久性或使用回数、重さや釘打ちの状況などが分らない」と心配する声も聞かれた。

また「触った感触では使用後の様子は気にならなかった」と語る見学者もいた。感された合板を吟味する見学者のまなざしは真剣で、関心の強さが分かった。

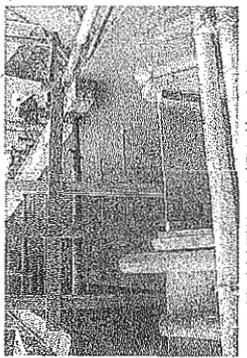
視察終了後、会場を田利本荘市役所に移し、午後4時20分から室内討論会が行われ、川喜多連巨倉運専務が「合板用国産材の使用を11年の250万立方メートルから100万立方メートル以上増大する必要がある。木材需要の



現場で説明を熱心に聞く

大部分を占める新設住宅の今後の着工数が予想されるなかで、杉などの地域材を使用したコンクリート型枠用合板の開発・普及が不可欠となっている」とあいさつした。

続いて、森林総合研究所の菅原雄也委員長が、事業内容、予測される事業効果、得られた事業成果などを説明。その後、佐々木新秋木工業社長のほか、秋田県立高度加工研究所、秋田県木材加工推進機構、秋田県森林業コンサルタントの代表から開発当時の苦労話や事業内容、施工の状況などの説明があり、意見交換会が始まった。



地域材型枠用合板を使用した治山ダム

視察に同行した業者からは「1回きりの使用ならば、地域材型枠用合板でも問題はないが、3回以上使わないと採算が取れない。また、合板の使用された木口を熱心に吟味したが、ずれが手感しられ、これが施工の時に問題になる。地域材使用で価格はこれくらい」といった意見が出された。

開発した佐々木社長は「まだ半分にも満たない出来販まで、今後施工してくれた業者からの意見を参考に、さらなる技術向上に努めたい」と語り、問題点の克服を強調した。

(2) 【宮城県内防潮護岸工事現場】

第2回海岸防災林の復旧における国産材合板利用に関する現地打合会について

1. 目的 宮城県内の治山工事において間伐材を活用した型枠用合板を一部試行的に導入使用してきたところであるが、今般、防潮堤本体の型枠脱型が行われることから、現地において施工性、施工後の状況等について関係者で意見交換を行い今後の利用拡大及び普及資料とする。
2. 時期 平成26年1月14日（火）14：00～
3. 場所
(1) 現地打合：宮城県内
4. 工事概要
 - ・ 工種 コンクリート防潮堤による復旧工事
($L=131.8\text{m}$ $H=9.8\text{m}$ $V=3,638.51\text{m}^3$)
 - ・ 工期 H25年2月～H26年1月
 - ・ 合板使用予定量 約300枚（資材調達状況を踏まえ調整）
 - ・ 合板規格 サイズ 3×6 厚さ12mm 塗装有
5層（FB・心層はラージ、添え心層はカラマツ）
5. 主な参加者 林野庁業務課、東北森林管理局、宮城北部署（発注者）
日本合板工業組合連合会及び合板会社（約50名）



(3) 【福岡マンション建設工事現場】

平成 25 年度 コンクリート型枠用合板実証事業現地検討会

主催： 日本合板工業組合連合会

日時： 平成 26 年 3 月 7 日（金）

場所： 現地検討会（福岡県福岡市内）

室内検討会（福岡市博多区吉塚本町 9-15）

参加者： 58 名

（委員、林野庁、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、鹿児島県、型枠工事事業者、
元請・施工業者、合板メーカー、報道関係、日合連事務局）

次 第

1 現地検討会（13:30～14:30）

福岡県福岡市内

事業概要（日本合板工業組合連合会）

（1） 工事施工全体及びコンクリート型枠用合板施工概要（新栄合板工業（株））

（2） 視察・質疑応答

2 室内検討会（15:15～16:30）

福岡市博多区吉塚本町 9-15 福岡県中小企業振興センター 会議室 303

（1） 林野庁挨拶

（2） 日本合板工業組合連合会挨拶

（3） 日合連により来賓、委員等紹介（林野庁、森林管理局、日建大協九州支部長、新栄合板工業（株）幹部等）

（4） 型枠用合板の性能等の試験結果

（5） 型枠用合板の実証調査の方法と調査状況（新栄合板工業（株））

（6） 質疑・応答



現地検討会



現地検討会説明

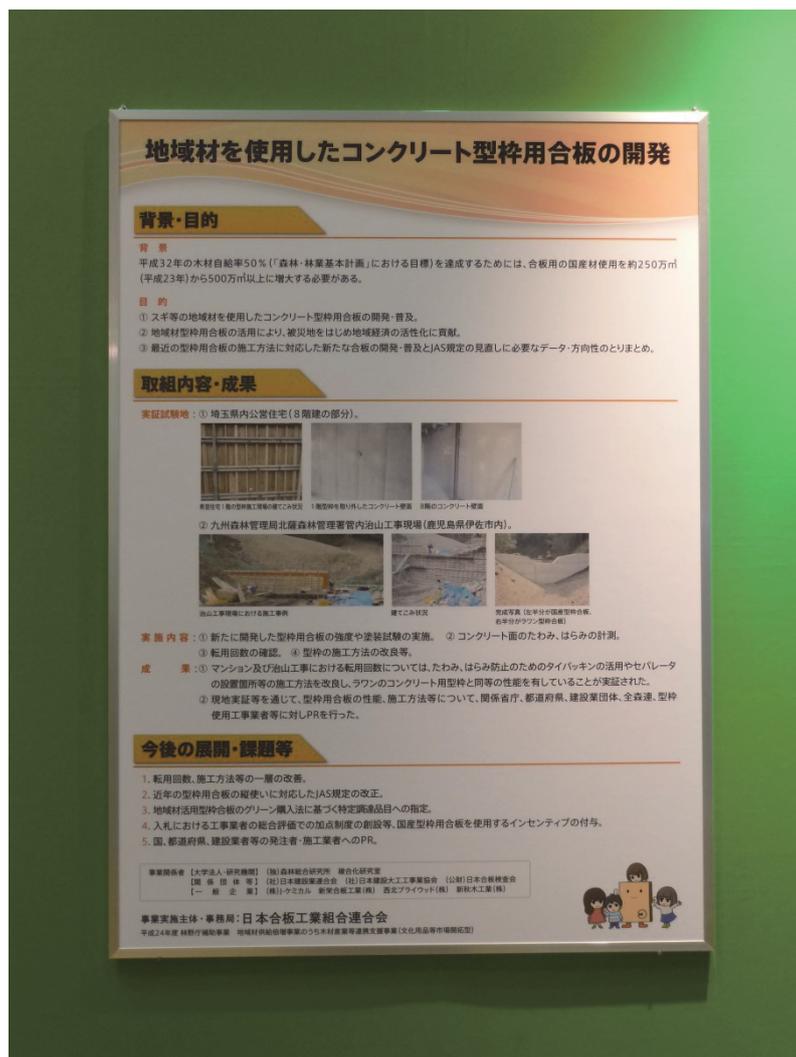


室内検討会会場

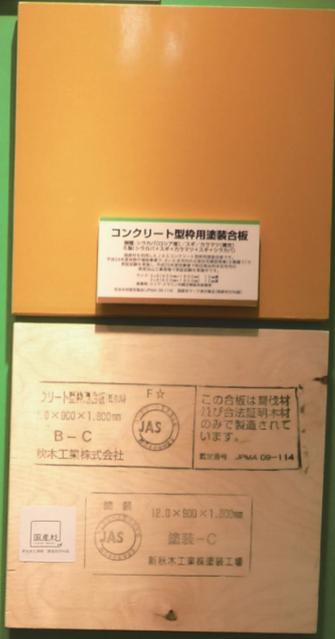


室内検討会会場

- ④ 平成 25 年 12 月 12 日、東京ビックサイトで開催された「エコプロダクツ 2013」にパネル及びカットサンプル等を出展した。(入場者数 169,076人)



日本合板工業組合連合会



3. 4. 3 今後の課題

本年度供試したコンクリート型枠用合板は、現行 JAS 規格の基準値を満たすものであり、今日の標準的な施工方法に基づいて使用しても、問題は生じなかったものと判断できる。しかし、現場では性能に関する不安が払拭できておらず、使用にあたっては慎重にならざるを得ない状況であることも事実である。

その最大の原因は、今日の使用方法が、本来 JAS 規格で保証している合板長手方向の性能に基づく方法から、性能保証を行っていない短手方向の性能に基づく方法に変化したことにある。

過去の優良な南洋材合板においては、合板の性能が基準値を十分高いレベルで満足していたため、意図せず要求水準を満たしていたが、今日の合板では、残念ながら原料樹種によらず、性能の実測値は基準値に対して十分な余裕は持っていないものと推測される。

短手方向の曲げ剛性を基準値とする新たな区分については、平成 26 年 2 月 25 日に改正された JAS 規格において、新たな区分として導入された。その性能値が使用者に周知されれば、使用上の不安を払拭し、型枠用合板への信頼を高めることができるものと考えられる。

さらに、施工業者から、壁と床で異なる型枠用合板を使用することは現場での管理上混乱を招く可能性があるため、できれば床スラブにも使用可能か検討してもらいたい、との要望があった。土木工事現場における施工方法は、型枠用合板の長手方向が主応力方向となる仕様であったことから、床スラブへの対応も可能と考えられるが、打設時の応力条件等が異なるため、単純には結論を述べることはできない。

したがって、今後新たな JAS 規格の要求事項に従って製造された型枠合板の性能値を導出し、これを公開することが必要となると考えられる。

打設時の実証調査については、本年度適した打設現場が存在しなかったことから、建物の設計上、壁厚や階高が異なるような厳しい条件における転用(繰り返し使用)可能な回数や転用時の性能変化に関しては、検討していない。また、前述した床スラブへの対応の可能性についても検討を要する。さらに使用事例を増やし、これらの課題に対するデータを示すことで地域材を用いたコンクリート型枠用合板の信頼性を向上させる必要がある。

日本合板工業組合連合会

〒101-0061 東京都千代田区三崎町2-21-2
TEL : 03(5226)6677 FAX : 03(5226)6678
URL : <http://jpma.jp/>
E-mail info@jpma.jp