

廃木材の再利用に関する研究

ーその3：実大コンクリート型枠用パネルの基本物性の検討ー

(財) 建材試験センター 大島 明 同 柳 啓
明治大学理工 菊池雅史 同 小山明男

1. はじめに

現在、廃木材及び廃プラスチックは主に燃料として使われている。これらの材料を再利用することは資源の有効活用及び環境保全の点から重要な課題である。本研究の目的はこれらの材料を用いて実用に耐えうるコンクリート用型枠パネルを試作することにある。前報¹⁾では板状のボード(200×200×5mm)を作製し基本物性を調べた。その結果コンクリート用型枠パネルとして十分な性能を持つことが明らかになった。そこで今回は前報の結果を踏まえ、裏面に補強リブを備えた実大のコンクリート型枠用パネルを試作し、その基本物性及び繰り返し使用に対する耐久性について評価検討した。

2. 試験体 (ボード)

表1に示す組成の廃プラスチックと廃木材を溶融固化してボード(総厚さ 28mm)を作製した。ボードは裏面に高さ 20mm の補強用リブを備えたものであり、作製手順を図1に示す。このボードから試験片を採取して試験に供した。ボードの形状及び試験片の採取位置を図2に示す。

3. 試験方法

試験はコンクリート型枠パネルに要求される性能として、剥離性、ふくれ、曲げ、ひび割れ及び繰り返し使用に対する耐久性について実施した。

(1) 剥離性

表面及び内部の接着性を評価するため、JIS A 5908 (パーティクルボード) に準じて試験を行った。試験片 (50×50mm) の両面に鋼製ブロックを接着し、垂直に引張荷重を加え、剥離時の最大荷重を測定した。剥離強さは、最大荷重 (N) を試験片の表面積 (mm²) で除して求めた。

(2) ふくれ試験

水浸せきに対する寸法変化を評価する目的で、JIS A 5908 に準じて吸水厚さ膨張率を測定した。試験片 (50×50mm) を温度 20±1℃の水中に水平に置き、336 時間浸せきした後、取り出し厚さを測定した。厚さ膨張率は次の式から算出した。

$$\text{吸水厚さ膨張率 (\%)} = 100 (t_2 - t_1) / t_1$$

t₁: 吸水前の厚さ (mm)、t₂: 吸水後の厚さ (mm)

(3) 曲げ試験

JIS A 5908 に準じて曲げ試験を行い、破壊時の荷重を測定し単位幅当たりの曲げ破壊荷重を算出した²⁾。なお

表1 試験体 (ボード) の種類と組成

試験体	組 成	数量	備 考
木粉 0%	木粉 0%, 廃プラ 100%	2	【木粉及びチップ】 コンクリートパネルの 粉碎物
木粉 10%	木粉 10%, 廃プラ 90%	3	
木粉 30%	木粉 30%, 廃プラ 70%	3	
木粉 50%	木粉 50%, 廃プラ 50%	3	
粃殻 30%	粃殻 30%, 廃プラ 70%	1	【廃プラ】 PET 廃棄物
チップ 30%	チップ 30%, 廃プラ 70%	1	
普通合板	JAS, 1 類, 1 等, 厚さ 11mm	1	比較用
コンパネ	JAS, 表面塗装品	1	比較用

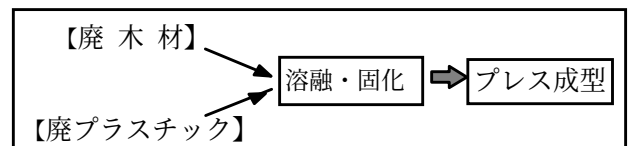


図1 試験体作製方法

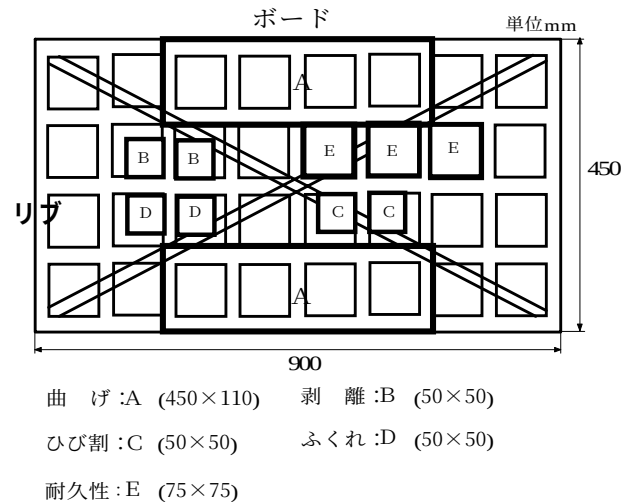


図2 試験片採取位置 (裏面図、格子及び対角線内は補強用リブを示す。表面板厚さ 8mm、リブ高さ 20mm)

試験片の寸法は 450×110mm、支点間距離は 220mm とした。支点と試験体の位置関係を図3に示す。

(4) ひび割れ試験

温水に対する性能を評価する目的で、JAS（コンクリート用型枠合板）に準じてひび割れ試験を行った。先ず試験片（75×75mm）を煮沸水に4時間浸せきし、次いで60±3℃で20時間乾燥し、更に煮沸水で4時間浸せきした後、再び60±3℃で3時間乾燥した。その後、表面及び断面のひび割れ等を観察した。

(5) 繰り返し使用に対する耐久性試験

図4、写真1及び写真2に示すように、鋼製型枠の両側面に試験片を置き、JISA1404（建築用セメント防水剤の試験方法）に規定されている標準モルタルを打設した。打設後、標準状態で48時間養生を行った後、脱型した。モルタルについては、表面の荒れ、破壊及び木質材料の付着を目視で観察した。また、試験片については、表面の荒れ、モルタルの付着及び割れを目視で観察した。この操作を3回繰り返し耐久性を評価した。なお、コンクリート用型枠合板（JAS、塗装品）以外は、試験片の表面に鉱物油系の剥離剤を塗布（40～80g/m²）した。また、予備試験として、別の試験片を用いて、剥離剤を塗布せずにモルタルを1回打設し、上記と同様の方法で観察を行った。

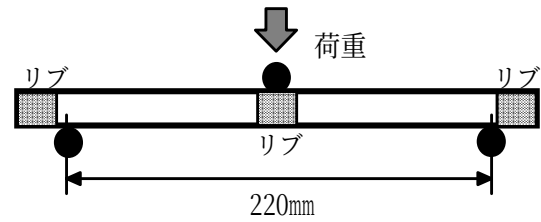


図3 曲げ試験方法

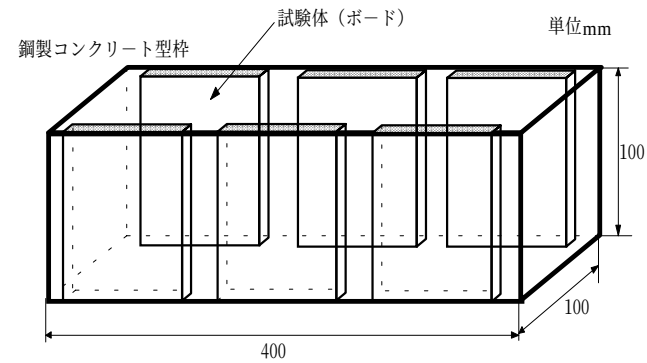


図4 繰り返し耐久性試験方法



写真1 試験片の配置（繰り返し耐久性試験）



写真2 モルタルの打設状況（繰り返し耐久性試験）

4. 試験結果及び考察

(1) 剥離性： 図5に示すように木粉の混入率が増加するに従って、剥離強度が増加している。この原因は木粉が廃プラスチックの内部で強化繊維として作用しているためと考えられる。比較用珪殻及びチップに関しても上記と同様の考え方で説明できる。コンクリート型枠用合板の日本農林規格では剥離強さの基準値が 1.0N/mm² 以上であり、木粉、チップ及び珪殻を混入したボード全てについて基準値を上回っている。

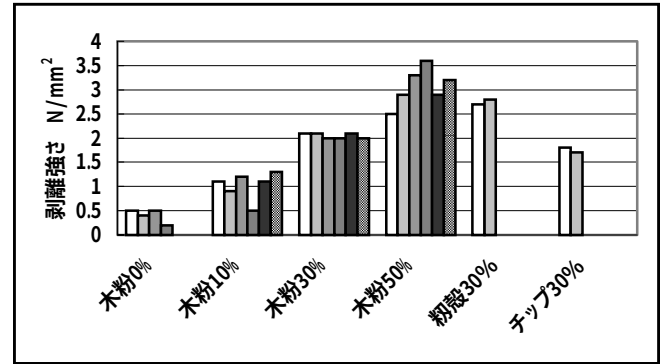


図5 剥離性試験結果

(2) ふくれ： 浸せき時間が経過するに従って厚さが増加する傾向が見られた。また、表2に示すように木粉混入率が増加するに従って厚さ膨潤率は大きくなっており、木粉混入率50%及びチップ混入率30%では浸せき2週間目において厚さ膨潤率 3.0～3.8%に達した。しかしこの値は、厚さ10mmのボードの場合、膨潤量は0.4mm以下であり、実用上問題ないレベルといえる。

(3) ひび割れ： 表2に示すように木粉混入率0%及び10%では煮沸・乾燥処理後にボード断面にわずかなひび割れが認められた。これはボード内部で応力が発生したため層間剥離が起きたためと考えられる。また全ての種類のボードについて表面にわずかな毛羽立ちが認められた。

(4) 曲げ： 作製したボードは裏面にリブがあり、曲げ強度の算出が困難であるため、幅当たりの曲げ破壊荷重を求め、試験体間の比較試験を行った。幅当たりの曲げ破壊荷重は木粉、粉殻及びチップ混入ボードともほぼ同レベル(10～18N/mm)の値であった。図5から分かるように、これは普通合板と同等の強さであることを示している。またコンクリート型枠用合板は、これらボードに比べ約2倍の破壊荷重があった。しかし市販されているコンクリート型枠用合板は幅当たりの破壊荷重が9.8～27.5N/mm)と幅があることから考えると3) 4)、作製したボードは型枠として十分な強さであるといえる。

(5) 繰り返し使用に対する耐久性

予備試験として、剥離剤を塗布せずに試験を行った結果、脱型後のモルタルの表面及び試験片の表面の荒れが著しかったため、試験片に剥離剤を塗布して試験を行った。評価は、打設・脱型の繰り返し3回目の観察結果を表3に示すレベルに区分してグラフに再表示する方法で示した。(図7及び図8参照) 脱型後の表面状態の代表例を写真3に示す。

同一の試験片を3回繰り返して使用し、モルタルを打設したが、大きな傾向として廃プラスチックを使用したボードは、何れの場合も繰り返し使用において大きな変化は見られなかった。木粉0%及び木粉10%の場合、モルタルの表面状態は、コンクリート用型枠合板(塗装品)と比較するとモルタルの仕上げ面の平滑さが1ランク劣るものの実用上は問題がないものと考えられる。木粉50%及び比較用のチップについては木質部分の形状がダイレクトにモルタル表面に反映するため、実際の使用に当たっては注意が必要である。また、木粉30%及び50%については、モルタル表面の粗さが目立つ結果となった。比較用の粉殻、及びチップについては、モルタル表面の状態が改善される傾向が見られた。この原因は、打設、脱型の繰り返しにより試験片表面の木質部分又は粉殻が

表2 ふくれ、ひび割れ試験結果

試験体種類	厚さ膨潤率 % *	ひび割れ
木粉 0%	0.2	わずかに発生
木粉 10%	0.5	わずかに発生
木粉 30%	1.5	発生せず
木粉 50%	3.0	発生せず
粉殻 30%	1.3	発生せず
木チップ 30%	3.8	発生せず

*試験336時間後の平均値

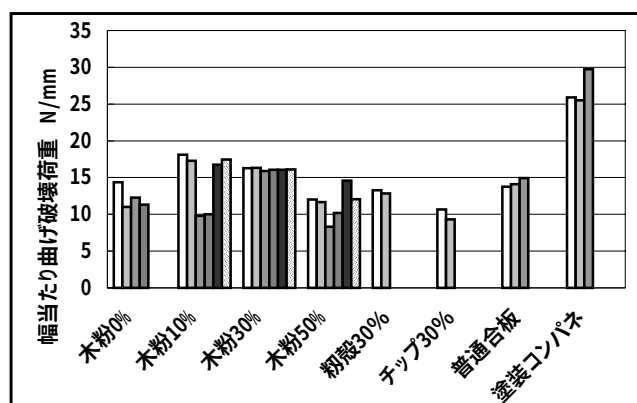


図6 曲げ試験結果

表3 表面状態の区分レベル

レベル	表面状態
レベル1	異常なし
レベル2	わずかに認められる
レベル3	明確に認められる
レベル4	著しく認められる

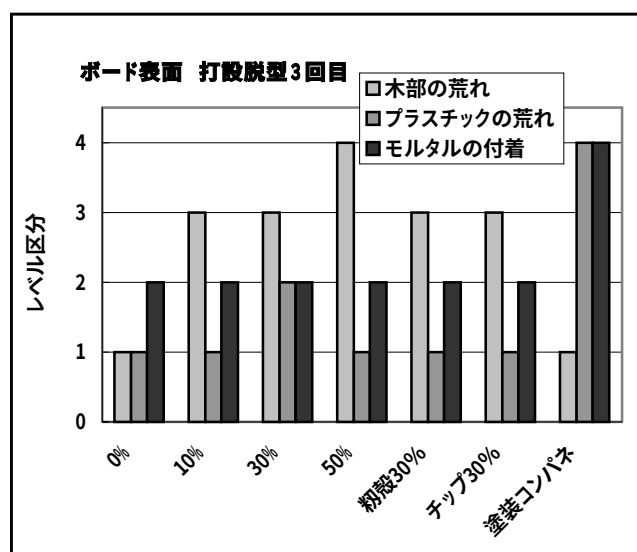


図7 ボードの表面状態区分

はがれ落ち、強固に付着しているもののみが残り、表面状態が比較的安定して平滑になるためと考えられる。一方、コンクリート用型枠合板（塗装品）は、次第に表面が劣化し、ひび割れが生じ、3 回目の打設によって、表面が著しく劣化した。

5. まとめ

（1）木粉（混入率10%～50%）、粃殻（混入率30%）、チップ（混入率30%）を使用したボードについてはコンクリート用型枠合板としての基本物性である剥離性、厚さ膨潤（ふくれ）、熱水に耐するひび割れ性（ひび割れ）及び曲げ強さについて、実用上十分な性能があることが分かった。

（2）木粉混入率0及び10%のボードを用いて打設した場合、モルタルの表面仕上がりは、塗装コンクリート用型枠パネルと比較してやや劣るが、実用上支障のないレベルであった。また繰り返し使用3回においてボード表面の荒れは軽微なものであった。

（3）実験を行った結果以下の課題が明らかになった。

①木粉混入率0%、10%のボードでプラスチックの溶融が十分でない部分が認められたので、今後溶融条件を検討する必要がある。②実用化に向け、補強用リブの形状を検討し、より軽量且つ高強度のものを作製する必要がある。③モルタルの表面をより平滑に仕上げるためボードの表面をさらに平滑にする必要がある。

〔参考文献〕

- 1) 大島明, 菊池雅史, 小山明男他: 廃木材の再利用に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp307～308, 2003
- 2) 朝倉書店: プラスチックハンドブック, 1962, pp631
- 3) 林業試験所: 木材工業ハンドブック, 1977, pp608
- 4) (財) 日本合板検査会: 合板の日本農林規格

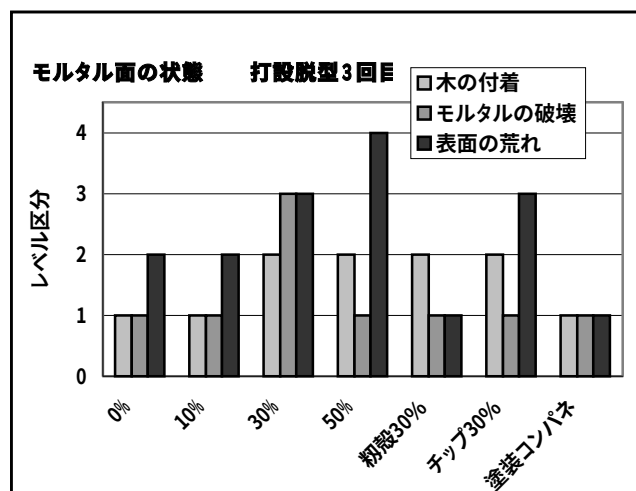


図8 モルタルの表面状態区分レベル



写真3 耐久性試験後の表面状態（木粉30%）