

廃木材の再利用（コンクリートパネルへの適用）に関する研究

- その4. 実大施工実験 -

(財) 建材試験センター
明治大学理工
太平洋セメント(株)

柳 啓
菊池 雅史
福部 聡

同 大島 明
同 小山 明男

1. はじめに

木質系廃材及び廃プラスチックを原料としたコンクリート用型枠パネルを試作し、これを用いて実用化に向けた実験検討を行う。今回の実大施工実験では、試作型枠パネルと比較用に市販型枠合板を加えた7種類の型枠パネルを用いて、コンクリート打設による型枠パネルのそりや変形等の有無、脱型後のコンクリート表面状況等を調べた。

2. 型枠の種類及び形状・寸法

1) 型枠に用いたパネルの種類

型枠に用いたパネルは下記の7種類とした。試作したコンクリート用型枠パネルの形状・寸法はリブ付の5mm×450mm×900mmである。

「コンクリート用型枠合板（塗装合板）」

「廃プラ（PP：90%）+ 木粉（コンパネ廃材：10%）」

「廃プラ（PP：70%）+ 木粉（コンパネ廃材：30%）」

「廃プラ（PP：50%）+ 木粉（コンパネ廃材：50%）」

「廃プラ（PP：100%）」

「廃プラ（PP：70%）+ 籾殻（30%）」

「廃プラ（PP：70%）+ 木粉（粗粉：30%）」

2) 型枠の形状・寸法

型枠は450mm×450mm×900mmの梁形である。型枠の詳細図を図1に、外観を写真1に示す。尚、型枠パネルは図1に示すように、同一種類をA面及びB面に配置し、他の面は市販の型枠合板を配置した。



写真1 型枠の外観

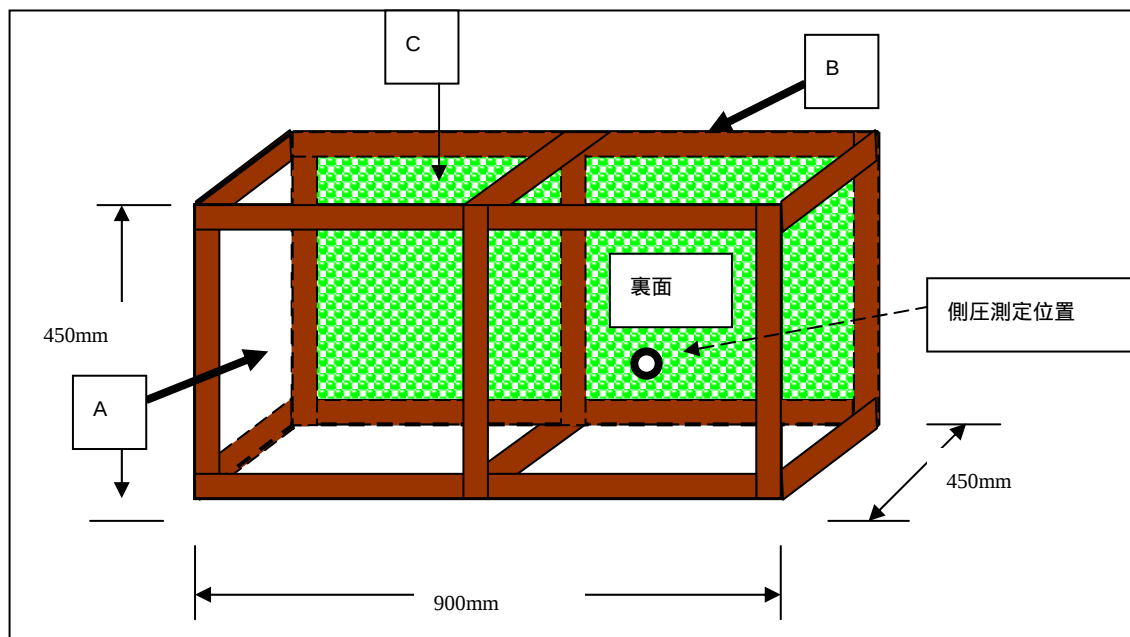


図1 型枠詳細図

3) コンクリートの調合

コンクリートは、再生骨材コンクリートを使用した。
使用材料の産地・種類等を以下に示す。また、コンクリートの調合を表1に示す。

呼び強度等 (24N/mm², 粗骨材最大寸法 20 mm)

使用材料

- ・ セメント T社製 普通セメント 密度 3.15g/cm³
- ・ 天然細骨材 千葉県君津産 密度 2.60 g/cm³
- ・ 再生細骨材 葛西産 密度 2.25 g/cm³
- ・ 再生粗骨材 葛西産 密度 2.45 g/cm³
- ・ 混和剤 AE 減水剤 (標準型) ポゾリス No78、型枠用離型剤 水溶性 (レジナーPC - 740)

調合 表1参照

表1 コンクリートの調合 (単位 kg)

セメント	水	細骨材 (天然)	細骨材 (再生)	粗骨材 (再生)	混和剤
330	165	234	470	933	3.96
水セメント比		50%	細骨材率		44.0%

3. 実験項目及び方法

1) 実験項目

コンクリートの品質 (スランプ、空気量、コンクリート温度及び圧縮強度)

コンクリート用型枠パネルのそり、変形

脱型後のコンクリート表面状況

型枠の側圧

2) 実験方法

コンクリートは、生コン車から直接シュートを通して型枠C面から打設した。コンクリート打設に伴い型枠に生ずる側圧の測定は コンクリート用型枠合板 木粉混入率 30% 木粉混入率 50% 木粉混入率 0%)の4種類の型枠パネルについて行った。側圧計の設置状況を写真2に示す。



写真2 側圧計の設置状況

コンクリート型枠パネルがコンクリート打設によってどの程度の変形を生ずるかを調べることを目的にコンクリート打設前の「コンクリート型枠パネルのそり」(組み立て後)とコンクリートを型枠に打設し、材齢7日を経過したコンクリートから型枠を取り外した「コンクリート表面のそり」を測定した。

そりの測定には、検長20cm及び60cmのアルミ製検尺と隙間ゲージを使用した。

測定位置は、型枠面の中心部(中心点)と中心点から左右の長手方向に各30cmの位置(A,B)とした。

測定面が凹の場合には、A点及びB点を基点に中心部のへこみを、また、測定面が凸の場合には、中心点を基点にA点及びB点のへこみを隙間ゲージ又は、検長20cmの検尺で測定した。コンクリート型枠パネルの変形量は、「コンクリート型枠パネルのそり」と「コンクリート面のそり」の前後の差から求めた。

4. 実験結果

1) コンクリートの品質

フレッシュコンクリート

スランプ 9.0cm 空気量 4.4% コンクリート温度 10.2 (外気温度 8.7)

圧縮強度

材齢7日: 26.2N/mm²、材齢28日: 33.9N/mm²

2) コンクリート型枠パネルのそりと変形量

コンクリート型枠パネルのそりと変形量測定結果を表2に示す。これによると、全体的には、型枠中央部分がコンクリートの圧力によってへこむ傾向を示し、その変形量(A,Bの平均)は、0.3mmから2.0mmの範囲にあった。木粉の混入量と変形量の関係は、今回の実験では傾向がつかめなかった。

また、今回使用した型枠パネルはその製造方法の関係から、面が凸状に仕上がっていたことから、型枠を組立てる際に、型枠内側に圧縮力、型枠外側に引張力が作用する拘束状態になっていた。このため、比較用の型枠合板に比べ、変形に対しては有利な条件下にあったものと考えられるが、今回の実験では必ずしもそうとは言えない結果となった。

3) コンクリート型枠パネルの脱型後の状況とコンクリート表面の仕上がり状態

コンクリート打設後、常温養生材齢7日で脱型し、型枠パネル及びコンクリート表面の状態(材齢14日)等を観察した。写真3~5に示すように型枠合板をはじめ木粉混入率50%迄(0,10,30,50)は表面状態に大差は無いが、木粉の混入率が上がるに従いやや表面のざらつき感が増す傾向にあった。しかし、粗粉(30%)や木粉(粗粉:30%)の場合には、表面のざらつきが目立つ傾向にあった。

表2 コンクリート用型枠パネルのそりと変形量

単位：
mm

コンパネの種類		打設前型枠面				脱型後コンクリート面				変形量 *
		概況	A	中央	B	概況	A	中央	B	
型枠合板 (比較用)	面	凸	0.3	-	0.0	凸	2.0	-	1.5	1.6
	面	凹	-	0.2	-	凸	1.5	-	1.0	1.2
木粉混入率 (10%)	面	凸	0.1～0.03	-	2.0	凹	-	1.0	-	0.0
	面	凸	1.0～2.0	-	0.3	凹	-	0.3	-	0.6
木粉混入率 (30%)	面	凸	0.2～1.0	-	1.0～2.0	凸	0.0	-	1.5	2.5
	面	凸	1.0～2.0	-	1.0～2.0	凸	0.2	-	0.0	1.6
木粉混入率 (50%)	面	凸	1.0～2.0	-	2.0～3.0	凸	0.0	-	1.0	2.5
	面	凸	1.0～2.0	-	1.0～2.0	-	0.0	0.0	0.0	1.5
木粉混入率 (0%)	面	凸	3.0	-	0.3～1.0	凹	-	0.5	-	1.3
	面	凸	1.0～2.0	-	2.0	凹	-	0.3	-	1.4
木粉混入率 (粗粉) (30%)	面	凸	2.0～3.0	-	2.0～3.0	凹	-	1.5	-	1.0
	面	凸	1.0～2.0	-	1.0～2.0	凹	-	1.0	-	0.5
珪殻混入率 (30%)	面	凸	1.0	-	1.0～2.0	-	0.0	0.0	0.0	1.2
	面	凸	2.0～3.0	-	1.0～2.0	凹	-	0.5	-	1.5

*：変形量は、「型枠のそり」と「コンクリート面のそり」から、型枠面に直角方向の変形をもとめたもの。

例：廃プラ(100%)の場合、型枠面凸からコンクリート面凹

面型枠(中央部)の出張は、 $\{3.0+(0.3+1.0)/2\}/2=1.825$

一面コンクリート面のへこみは、0.5

従って、打設前後(差)は、 $1.825-0.5=1.3(\text{mm})$



写真3 コンクリート表面の仕上がり状況
(コンクリート用型枠合板)



写真4 コンクリート表面の仕上がり状況
(木粉混入率 10%)



写真5 コンクリート表面の仕上がり状況
(木粉混入率 30%)

4) 型枠に作用する側圧(kN/m²)

型枠に作用する側圧を測定するために、写真2に示す

側圧計をコンクリート底面より約20cmの位置に設置した。側圧の測定結果を表3に示す。側圧の求め方は日本建築学会「建築工事仕様書・同解説【JASS5】」の12.6の型枠の構造計算による。これによると、側圧にそれほど大差は無いが小さい順に並べると、型枠合板<木片混入率0%<木片混入率50%<木片混入率30%になり、木片の混入率の違いによる側圧の傾向は確認できなかった。

表3 側圧の測定結果

型枠パネルの種類	単位容積質量 (t/m ³)	計測値 (kg/cm ²)	側圧 (kN/m ²)
型枠合板	2.14	0.1246	0.654
木粉混入率 30%		0.1294	0.679
木粉率混入 50%		0.1290	0.677
木粉混入率 0%		0.1250	0.656

重力加速度 (kN/m³): 9.80665×10^{-2} 高さH (m): 0.25

5. まとめ

フレッシュコンクリート試験結果や硬化後のコンクリート強度試験結果及び型枠に作用するコンクリートの側圧測定結果によると、従来のコンクリートパネルと比較しても大差はなく使用できることが確認できた。今後の実験では、繰り返し使用による劣化状況、側圧の高い場合(打ち込み高さや粘性のあるコンクリート)の使用状況などの検証が必要と考える。

最後に本研究は、(社)日本建材産業協会「再資源化・用途開発調査委員会(委員長: 姫野富幸)」の平成15年度調査研究の一環として実施したものである。

廃材の収集・運搬・破碎/粉砕、試作パネルの製造並びに実験にご協力頂いた関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大島、菊池、小山、福部、柳: 廃木材の再利用に関する研究、日本建築学会大会(東海)2003年9月、pp.307~308
- 2) 柳、大島、箕輪: 廃木材の再利用(コンクリートパネルへの適用)に関する研究—その1. 実験計画—、日本大学生産工学部第36回学術講演会、pp.119~120
- 3) 大島、柳、菊池他: 廃木材の再利用に関する研究(その1)コンクリート用型枠パネルの基本部性の検討、日本建築学会大会(北海道)2004年8月 pp.941~942
- 4) 柳、菊池、小山他: 廃木材の再利用に関する研究(その2)コンクリート用型枠パネルの繰り返し使用に関する基礎実験、日本建築学会大会(北海道)2004年8月 pp.943~944