

CB パネル工法における不燃材料を用いたプレキャストパネルの開発

東急建設(株) 技術研究所 土木構造 Gr 正会員 ○羅 超賢 笠倉 亮太 黒岩 俊之
ベルテクス(株) 生産企画部 機能保証 Gr 白崎 能生
フクビ化学工業(株) 建材生産統括部 生産管理課 松浦 亨

1. はじめに

筆者らは、これまでにプレキャストパネルと高強度繊維補強モルタルを用いた耐震補強工法「CB パネル工法」を開発した¹⁾。本工法は、これまでに約 300 本の鉄道高架橋柱の施工実績があるものの^{2),3)}、パネルに難燃材料であるレジンコンクリートを使用しており、駅改札部や地下部等の不燃材料を用いる必要がある場所では、適用は困難であった。そこで、高強度繊維補強モルタルを用いたプレキャストパネルを開発した。開発したプレキャストパネルは、CB パネル工法において、既設柱との隙間に充填する高強度繊維補強モルタルを用いたプレキャストパネルである。本稿では、開発した無機系プレキャストパネルの強度特性と発熱特性について報告する。

2. CB パネル工法概要

CB パネル工法の概要を図 1 に示す。本工法は、プレキャストパネル（以下、パネル）を組立用の鋼材とボルトにより既設柱の周囲に配置し、その隙間に高強度繊維補強モルタル（以下、繊維補強モルタル）を充填する巻立て補強工法である。RC 巻立て補強で行われている補強鉄筋の組立、型枠組立および脱型作業を省略し、大型揚重機を必要としないため、工期の短縮と狭隘部での施工を可能としている。



図 1 工法概要

3. 試験概要

レジンコンクリートを用いたプレキャストパネル（以下、従来パネル）と高強度繊維補強モルタルを用いたプレキャストパネル（以下、無機系パネル）の比較表を表 1 に示す。前述のように、従来パネルには、難燃材料であるレジンコンクリートを使用している。レジンコンクリートは高強度かつ高耐久であり、写真 1 に示す鋼製型枠を利用した加圧プレス成形により製造する。このため、生産効率が高く、発注から納入までのタイムサイクルを短縮できる利点があった。一方、既設柱との隙間に充填する高強度繊維補強モルタルも同様に高強度かつ高耐久であることに加え、不燃性を期待できることから、これまでパネルに使用する検討を行ってきた。しかしながら、型枠充填や養生期間が必要であり、充填性や繊維の分散性および強度等、所定の品質を確保しつつ、生産効率を確保することが困難であった。そこで、図 2 に示す押出成形に着目した。押出成形は、一定断面形状の押出口から材料を押し出すことで製品を成形する効率的な製造手法であり、樹脂製品や建築材料に用いられる成形方法である。本稿では、CB パネル工法に使用する高強度繊維補強モルタルを用いて押出成形によりパネルを製作し、強度特性、発熱特性に関する検討を実施した。

表 1 パネルの比較表

	従来パネル	無機系パネル
材質	レジン コンクリート	繊維補強 コンクリート
結合材	液状レジン	セメント系
製造方法	加圧プレス成形	押出成形
水比	-	0.228
繊維種類	ビニロン	ポリプロピレン
繊維径	440 μm	5.6dtex ^{*1}
繊維長	24mm	4mm
繊維量	- ^{*2}	1.0%
曲げ強度	20N/mm ² 以上	

*1：単位長さ当たりの繊維重量、断面積計測不可のため

*2：開示不可



写真 1 加圧プレス成形



図 2 押出成形の概要

キーワード 耐震補強 不燃材料 高強度繊維補強コンクリート 無機系プレキャストパネル

連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 東急建設(株)技術研究所 TEL042-763-9507

4. 試験結果

4.1 強度特性

強度特性の確認は、JISA1107を参考とした曲げ強度試験、UFC指針⁴⁾を参考とした直接引張試験を実施した。各強度試験の結果を表2に示し、直接引張応力とひずみの関係を図3に示す。

無機系パネルは曲げ試験、直接引張試験において、従来パネルと同様に最大荷重後に脆性破壊した。従来パネルよりも曲げ強度、直接引張強度ともにやや小さいが、表1に示す施工試験等を参考に設定した曲げ強度を満足している。

以上より、無機系パネルは、従来パネルと同時に高強度繊維補強モルタル充填時の埋設型枠として機能する強度特性を有するものと考えられる。

4.2 発熱特性

無機系パネルは、表1に示す通り、繊維補強モルタルから構成されており、建設省告示第1400号「不燃材料を定める件」に示される繊維強化セメント板に該当し、不燃材料であると考えられる。しかしながら、不燃パネルには、押出成形直後の形状保持性能の確保のため、内割でパルプ繊維を配合している。このため、ISO5660新防火材料認定試験法に示される発熱性試験としてコーンカロリメータ試験を実施した。発熱性試験に用いた供試体は、100×100×15mm、n=3である。建築基準法に示される不燃材料の規格を表3に示し、発熱性試験の結果を図4に示す。

発熱性試験は、総発熱量、発熱速度とも表3に示す不燃材料の規格、加熱時間に対する要求性能を満足した。なお、一部の試験体にはひび割れが発生したものの、有害な変形や溶解は生じておらず、有害な煙、ガス等も発生していない。以上より、不燃パネルは建築基準法に示される不燃材料に該当すると考えられる。

5. おわりに

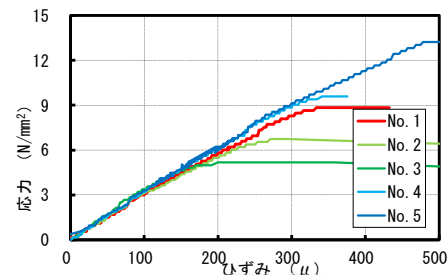
本稿では、CBパネル工法の充填材として使用する繊維補強モルタルを用いたパネルを押出成形にて製造し、その強度特性と発熱特性に関する検討を実施した。その結果、開発した無機系パネルは、従来パネルと同様に繊維補強モルタル充填時の埋設型枠として機能する強度特性を有することを確認した。また、発熱性試験により、無機系パネルは、不燃材料としての要求性能を満足することを確認した。なお、これらの検討により開発した無機系パネルは実施工に適用されている⁵⁾。

表2 材料試験結果

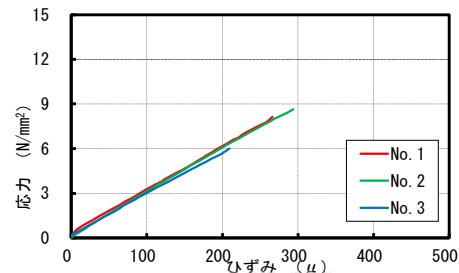
	従来パネル*1	無機系パネル*2
曲げ強度 N/mm ²	29.2	23.0
直接引張強度 N/mm ²	8.39	7.59
引張弾性係数 kN/mm ²	31.6	31.7

*1: 5供試体のうち最大と最小を除いた平均値

*2: 3供試体の平均値



a) 従来パネル (レジンコンクリート)



b) 無機系パネル (高強度繊維補強モルタル)
図3 直接引張応力-ひずみ関係

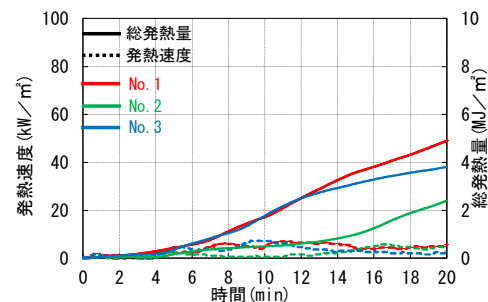


図4 発熱性試験結果

表3 材料の規格

種類	加熱時間 min	要求性能 (加熱時間においてすべてを満たす)
不燃材料 第1400号	20	① 燃焼しないこと (総発熱量8MJ/m ² 以下かつ発熱速度が10sを超えて連続して200kW/m ² を超えない) ②防火上有害な変形、溶解、き裂、貫通孔が生じない ③避難上有害な煙またはガスが発生しない
準不燃材料 第1401号	10	
難燃材料 第1402号	5	

参考文献

- (公財)鉄道総合技術研究所：既存鉄道コンクリート高架橋柱の耐震補強設計指針，2022
- 高橋泰成他：プレキャストパネルと高強度繊維補強モルタルを用いた耐震補強工法の施工，第72回年次学術講演概要集VI-603, pp.1205-1206, 2017
- 鈴木元太他：プレキャストパネルと高強度繊維補強モルタルを用いた耐震補強工法の市街地への適用，第74回年次学術講演概要集VI-217, 2019.
- 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案)
- 阪村真耶他：無機系プレキャストパネルを用いたCBパネル工法の現場適用，第77回年次学術講演概要集，投稿中