

セメント系材料を使用した PC まくらぎ模擬供試体の性能比較実験

大成建設(株) 正会員 ○趙 唯堅 正会員 水谷公昭
東海旅客鉄道(株) フェロー 関 雅樹 正会員 前田昌克 正会員 可知 隆

1. はじめに

著者らは、これまで新たな鉄道用 PC まくらぎの開発を行ってきた¹⁾。

開発は、道床横抵抗力の増強が期待できる枠型まくらぎを基本仕様とし、まくらぎの耐荷・耐久性能と従来機械での施工が両立できる最適な材料の選定から着手している。本稿は、50N 級コンクリート、50N 級鋼繊維補強コンクリート、100N 級コンクリート、および 200N 級の超高強度繊維補強コンクリート (UFC) の 4 材料を使用した枠型 PC まくらぎ模擬供試体による比較試験の結果を報告する。

2. 実験概要

図-1 に枠型 PC まくらぎ模擬供試体の形状寸法及び配筋状況を示す。比較検討のため、形状寸法及び配筋は統一した。レール直角方向はプレテンション方式による PC 構造、レール方向は RC 構造とした。ただし、レール直角方向の有効プレストレスは、材料強度に応じて 50N, 100N, 200N 級それぞれ 8.4, 10.6, 14.0N/mm²とした。

4 材料のうち、50N と 50N-SFRC、及び 100N コンクリートの配合は試験練りより決定した。50N-SFRC に添加する鋼繊維は長さ 20mm, 断面寸法 0.5×0.5mm のものを使用し、繊維混入率 (混入量) は 1.0% (80 kg/m³) とした。また、粗骨材は砕石 #1505 を使用した。

比較試験項目は、枠型形状の特殊性を考慮して図-2 に示す 4 条件とした。供試体は各材料 2 体ずつ製作し、兼用して 4 条件の実験に供した。载荷試験方法及び評価基準として、条件 1 と条件 2 は原則的に「JIS E 1201 プレテンション式 PC まくらぎ」に準じた。条件 3 は、条件 2 と同じ意味合いでレール方向に対して設定した。条件 4 のねじり試験については明白な基準はないが、部分的なバラスト陥没が発生した場合を想定した最も厳しい条件である。载荷は単調载荷とし、計測項目は荷重、载荷点たわみ、引張縁コンクリートひずみ、及びひび割れ幅とした。

3. 実験結果および考察

(1) 材料特性試験

表-1 に 4 材料の材齢 28 日の諸試験結果を示す。圧縮強度と

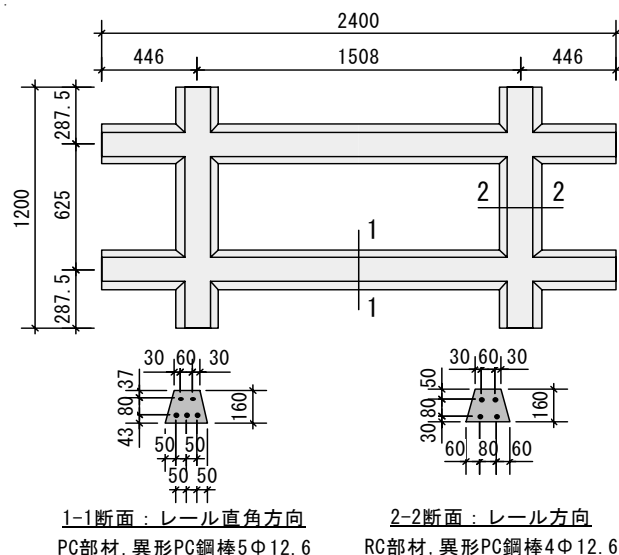


図-1 枠型 PC まくらぎ模擬供試体

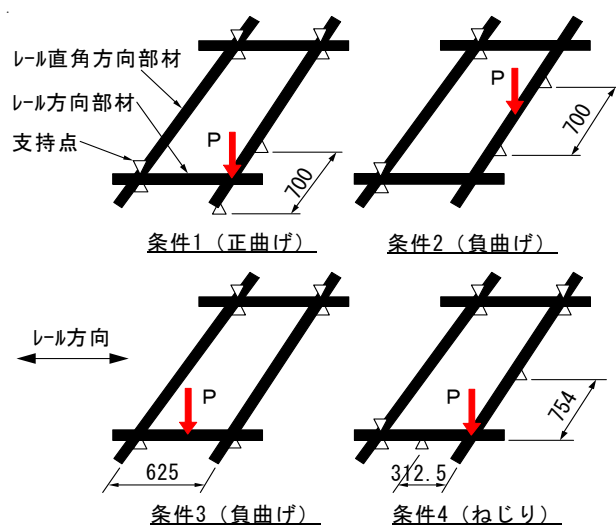


図-2 試験方法 (試験条件)

表-1 材料試験結果 (N/mm²)

材料区分	UFC	50N	50N-SFRC	100N
圧縮強度 f'_c	203	68.3	57.8	118
弾性係数 E_c	52500	37000	35600	42600
割裂強度 f_t	11.2	3.3	3.66	4.09
曲げ強度 f_b	37.1	5.51	5.88	7.25

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート (UFC), 枠型まくらぎ, 曲げ試験

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL045-814-7219

弾性係数の差に比べ割裂引張強度及び曲げ強度の差は大きい。

図-3 に 100×100×400 試験体による 4 材料の曲げタフネス試験結果の比較を示す。50N と 100N 級コンクリートでは、ひび割れ発生と同時に耐力を失っている。50N-SFRC では、曲げひび割れ発生後の脆性破壊は緩和されているが、ひび割れ開口とともに荷重は低下を辿る一方である。一方、UFC では、曲げひび割れが発生した後も荷重がさらに大きく上昇している。ひび割れ強度の違いだけでなく、ひび割れ発生後に上昇か低下かの違いは UFC と他の 3 材料との分れ目となっている。

(2) 曲げ破壊試験

表-2 に条件 1~4 のひび割れ発生荷重及び破壊荷重の試験結果を示す。同表には JIS E 1201 に準拠した荷重規格値を参考に示した。また、条件 4 のひび割れ発生荷重は、レール方向とレール直角方向を斜線で区切って示した。ちなみに、過去の 4T まくらぎの実験では破壊耐力は約 300kN 前後であった。表-2 で分かるように、50N、50N-SFRC、及び 100N 級コンクリートの 3 材料では、どの試験条件でも大差がなかった。ひび割れ発生荷重は規格値程度であったが、断面が小さい分、破壊耐力は従来の 4T まくらぎを下回っている。一方、UFC の場合は、ひび割れ発生荷重は規格値を余裕で満足しており、破壊耐力はいずれの試験条件でも他の 3 材料に比べ約倍以上であり、小さい断面でも従来の 4T まくらぎの耐力を上回った。

図-4 に条件 1, 2 の荷重-変位関係と荷重-ひび割れ幅関係の例を示す。荷重-変位関係では、弾性係数分のみならず、ひび割れ荷重の大きさも剛性に影響を与えている。また、荷重-ひび割れ関係では、同じ幅のひび割れを発生させるのに必要な荷重は、UFC の場合は他の 3 材料より約 2 倍大きくなる。他の条件でも同様の結果が得られている。

4. まとめ

- 1) 50N、50N-SFRC、及び 100N 級コンクリートの 3 材料では、ひび割れ発生荷重及び破壊耐力の差は小さい。
- 2) 超高強度繊維補強コンクリート(UFC)の場合は、ひび割れ抵抗性も破壊耐力も他の 3 材料に比べ倍以上大きい。
- 3) UFC は、道床横抵抗力の増強などまくらぎの耐荷・耐久性能を確保しながら、軽量化による施工性の向上も可能な材料である。

参考文献

- 1) 前田昌克, 可知隆, 趙唯堅, 関雅樹: 超高強度繊維補強コンクリートを使用した新型まくらぎの基本性能, コンクリート工学年次論文集, Vol. 29, 2007 年 7 月

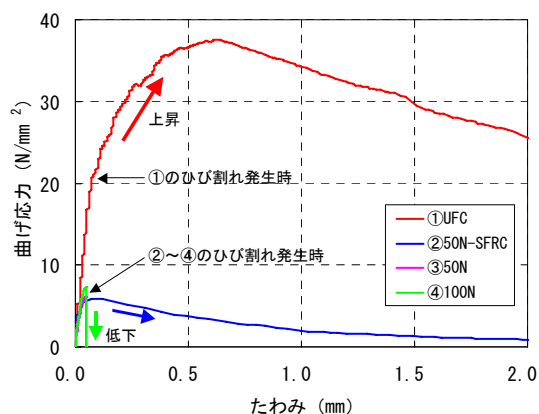


図-3 曲げタフネス試験結果

表-2 載荷試験結果 (kN)

項目	試験条件 材料区分	レール直角方向		レール方向	2 方向
		条件1 レール下断面 正曲げ	条件2 中央断面 負曲げ	条件3 中央断面 負曲げ	条件4 1/4透かし ねじり
ひび割れ荷重規格値		92	74	—	—
ひび割れ 荷重 実験値	UFC	183	140	79	73/150
	50N-SFRC	130	70	33	17/65
	50N	100	70	20	16/70
	100N	130	90	27	4/80
破壊荷重規格値		173	154	127	—
破壊荷重 実験値	UFC	642	579	497	324
	50N-SFRC	229	278	285	144
	50N	231	261	250	104
	100N	375	314	247	145

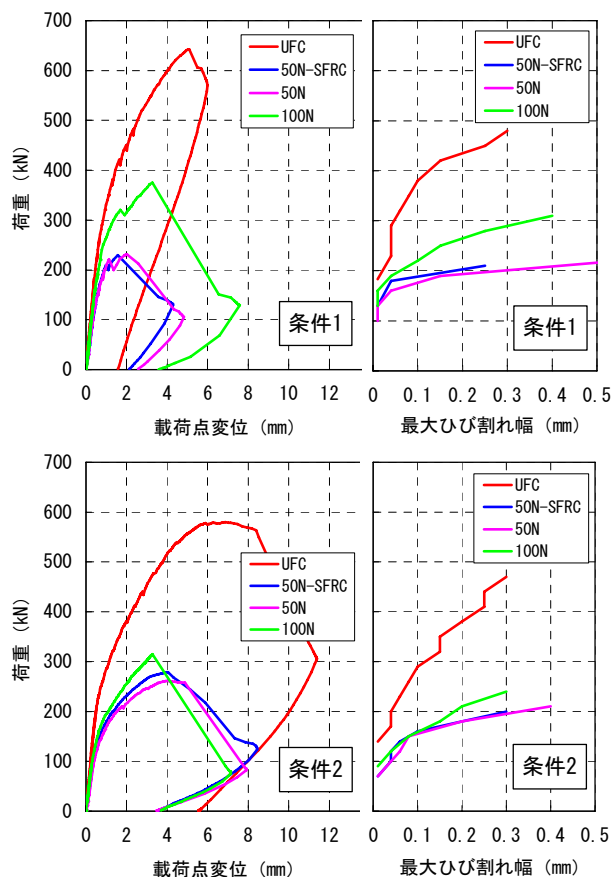


図-4 まくらぎ載荷試験結果の例