

超高強度繊維補強コンクリートの衝撃摩耗抵抗性

太平洋セメント（株） 正会員 ○市川 勝俊
正会員 片桐 誠

1. 目的

近年、圧縮強度が 200MPa を超える超高強度繊維補強コンクリート(以下、UFC)が開発され¹⁾、一用途として、その特性を活かした高耐久薄肉埋設型枠への適用が図られている。これまで、回転ディスクやサンドブラストによる UFC 単体のすり減り摩耗抵抗性試験から、その高い摩耗抵抗性が確認されている²⁾。本報告では、実際の適用状態を模擬して、コンクリートと一体化した UFC 製の埋設型枠の鋼球落下による衝撃摩耗抵抗性について検討した。

2. 実験概要

(1) 試験体種類

図-1 に、鋼球落下による衝撃摩耗試験に用いた試験体の概要を示す。試験体の寸法は、幅 400×長 400×厚 450mm とし、厚さ 50mm の UFC 埋設型枠を試験体上面に配置した。実験に用いた UFC 埋設型枠は、鋼繊維混入：FM，有機繊維混入：FO とし、繊維補強の効果を確認するため、繊維無し：NF を加え合計 3 種類とした。試験体は、事前に製造した UFC 埋設型枠試験体（幅 400×長 400×厚 50mm；内 4mm 凹凸付着層）を型枠底面に敷設して、圧縮強度 40MPa 級のコンクリートを打ち重ねて製造した。また、同様のコンクリートのみを用いた試験体も比較用として製造した。

(2) UFC の使用材料と配合

表-1 に UFC の使用材料を、表-2 に UFC の配合と主な強度性状を示す。なお、プレミックスは、市販の UFC プレミックス粉体（太平洋セメント社製，DP-200）とした。

(3) 試験方法

高さ 1,500mm の位置から、鋼球（質量 1.5kg，直径 70mm）を試験体中心部に落下させて、衝撃による摩耗抵抗性を検討した。各試験体は気乾状態とし、試験開始前に打音検査によって、UFC 埋設型枠とコンクリートの付着に不具合が無いことを確認した。φ2mm のワイヤーで結束した鋼球を手動で滑車を介して引き上げた後、ワイヤーに対して負荷がかからないように、試験体へ落下させた。

測定項目は、摩耗部分の径（最大径とそれに直交する径との平均径）、摩耗部分の最大深さおよび摩耗体積とし、鋼球落下回数 3,000 回までの任意の回数で測定を行った。摩耗部分の径と最大深さはデジタルノギスで測定し、摩耗体積は摩耗部分に詰めた粘土の体積で置換した。なお、ひび割れ、UFC 埋設型枠とコンクリートとの界面剥離などの不具合についても、約 200 回の間隔で確認した。

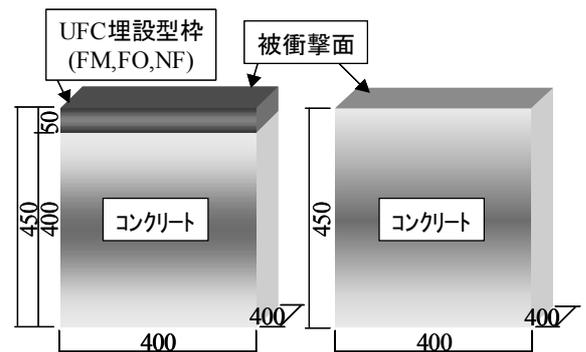


図-1 試験体概要

表-1 UFC の使用材料

材料	種類・性状
プレミックス(PM)	UFC プレミックス粉体
混和剤(Ad)	ポリカルボン酸系高性能減水剤
鋼繊維(FM)	直径 0.2×長さ 15mm
有機繊維(FO)	直径 0.3×長さ 15mm
水(W)	水道水

表-2 UFC の配合と主な強度性状

UFC 試験体 種類	単位量(kg/m ³)				
	W	PM	FM	FO	Ad (W 内割)
FM	180	2254	157 (2vol.%)	—	24
FO	178	2231	—	39 (3vol.%)	25
NF	184	2300	—	—	25

UFC 強度性状

- ・ FM：圧縮 221MPa，曲げ 50.1MPa
- ・ FO：圧縮 179MPa，曲げ 20.8MPa
- ・ NF：237MPa，曲げ 18.4MPa

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート，衝撃，摩耗，埋設型枠，耐久性

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2 丁目 4 番 2 号 太平洋セメント（株）中央研究所 TEL043-498-3853

3. 実験結果および考察

図-2, 図-3および図-4に, 摩耗平均径, 摩耗最大深さおよび摩耗体積の経時変化を示した. UFC 埋設型枠の摩耗径は, コンクリートよりも小さい結果を示した. また, UFC 埋設

型枠においては, 繊維補強を行っている FM および FO は, NF よりも小さくなった. 本試験では, 試験体の中心部付近にのみ鋼球を落下させたことから, 摩耗径は鋼球径に大きく依存すると考えられ, UFC 埋設型枠では摩耗径 70mm 以降で摩耗径の変化量が小さくなったが, コンクリートではその変化量は小さくならなかった.

摩耗最大深さは, 摩耗径と大略同様の傾向を示し, UFC 埋設型枠の優位性が確認された. なお, 本実験範囲内では, UFC 埋設型枠部を貫通してコンクリート部まで摩耗は到達しなかった.

摩耗体積も前述同様に, UFC 埋設型枠 FM, FO, NF, コンクリートの順に小さい結果を示した. また, UFC 埋設型枠においては, 繊維補強による効果は大きかったが, 本試験で用いた繊維種類による差異は小さい結果となった. なお, コンクリートの摩耗体積を 1 とすれば, UFC 埋設型枠では, FM で 0.22, FO で 0.30, NF でも 0.55 であった.

写真-1 に, 鋼球落下 3,000 回後の各試験体の衝撃摩耗状況を示した. コンクリートの衝撃摩耗は, モルタル部分の破壊, 表面露出した粗骨材の破壊またはモルタルと粗骨材の付着破壊を繰り返して進行したことから, モルタルおよび骨材強度に大きく影響を受けるが, UFC

埋設型枠では, 粗骨材を用いないのでモルタル部分の破壊が繰り返されたが, UFC の 200MPa を超える高強度性ならびに FM と FO では繊維補強効果によって, コンクリートよりも優れた衝撃摩耗抵抗性を示したものと考えられる. なお, UFC 埋設型枠では, コンクリートとの界面剥離を生じることはなかった.

4. まとめ

コンクリートと一体化させた UFC 埋設型枠は, UFC が有する高強度性と繊維補強効果によって, 非常に優れた衝撃摩耗抵抗性を示した.

参考文献

- 1) 下山, 鶴沢: ダクタルの特性と応用分野, 太平洋セメント研究報告, 第 142 号, pp.55-62, 2002
- 2) 財団法人 土木研究センター: 建設技術審査証明報告書 土木系材料・製品・技術 「ダクタルフフォーム」, 2005

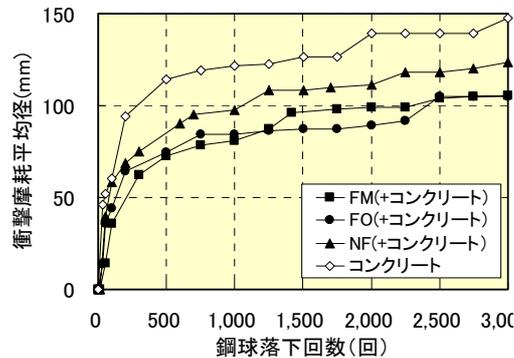


図-2 衝撃摩耗平均径

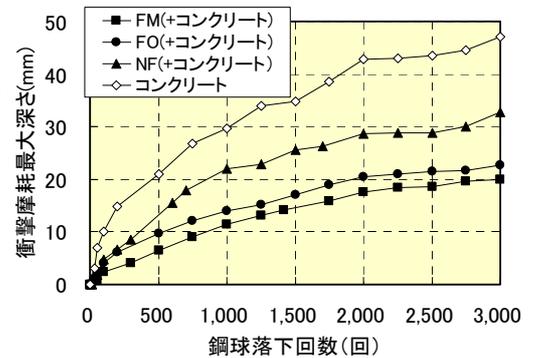


図-3 衝撃摩耗最大深さ

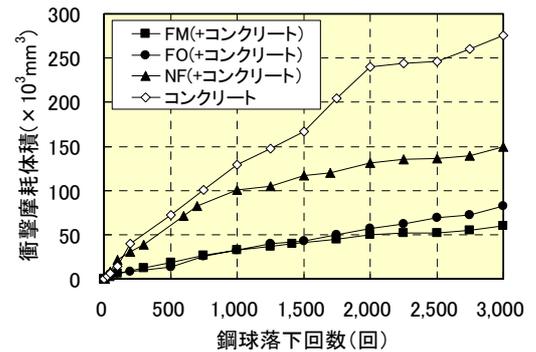


図-4 衝撃摩耗体積

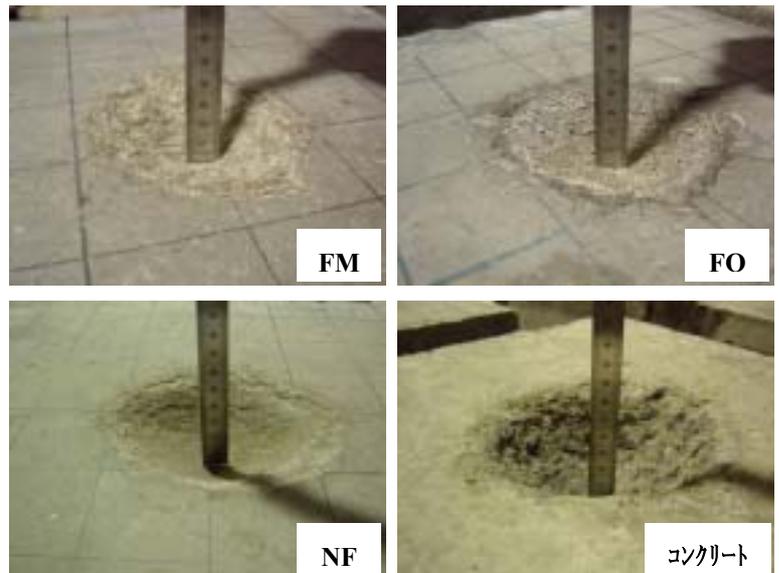


写真-1 試験体の状況 (鋼球落下 3,000 回)