土木学会第62回年次学術講演会(平成19年9月)

実規模試験によるカーボン繊維補強コンクリートの曲げ性能評価

鹿島建設技術研究所	正会員	○取違	剮	福田勝美	横関康祐
日本原燃株式会社				正会員	庭瀬一仁
株式会社ニュージェッ	ック			正会員	枝松良展

1. 目的

低レベル放射性廃棄物のうち余裕深度処分では、セメント系材料を用いた人工バリアの適用が検討されてい る。余裕深度処分施設においては、地下水の作用によるセメント系材料の溶脱を抑制するために、水結合材比 W/B を低減したプレキャスト部材の適用が検討されている。このプレキャスト部材は無筋部材であるため、 貫通ひび割れを抑制する目的でカーボン繊維の適用が指向されている。カーボン繊維の混入によるコンクリー トのひび割れ抑制効果については、供試体サイズでは確認されている」ものの、実規模サイズでは確認されて いない。そこで本検討では、実際の施工に用いられる部材レベルでのパネル曲げ試験を行い、カーボン繊維に よるひび割れ抑制効果について確認した。また、このコンクリートを余裕深度処分のモックアップ試験時にプ レキャスト部材として適用し、施工時に作用する外力と繊維補強プレキャスト部材の変形性能に対する評価を 行った。

<u>2. 室内パネル曲げ試験</u>

使用材料を表-1に示す。また、コンクリ ートの配合を表-2に示す。ここで、C+ FA+EX=B(結合材)と定義する。結合材には、 溶脱に対する抵抗性を高めるために低熱ポ ルトランドセメントにフライアッシュを内 割で30%置換したものを用いた。また、高 緻密化を指向し、W/B=25%としているため、 自己収縮を抑制するために膨張材を混入し た。なお、このコンクリートにおけるCF 添 加量は1.5vo1%とした。コンクリートの練 混ぜには水平二軸強制練りミキサを使用し、 練混ぜ量は80L、練混ぜ時間はモルタル先練 り60秒、粗骨材投入後240秒とし、その後 カーボン繊維を投入して60秒攪拌して練上 がりとした。

表一1 使田材料

材料	記号	概要		
セメント	С	低熱ポルトランドセメント 密度=3.22 g/cm ³ . 比表面積=3480cm ² /g		
細骨材	S	石灰砕砂 密度=2.71g/cm ³ , FM=2.56		
粗骨材	G	石灰砕石:最大骨材寸法=20mm 密度=2.70g/cm ³ , FM=6.72		
フライアッシュ	FA	フライアッシュ, Ⅱ種 密度=2.30 g/cm ³ , 比表面積=4070cm ² /g		
膨張材	EX	低添加型膨張材		
混和剤	SP	高性能AE減水剤		
繊維補強材	CF	カーボン繊維 密度=1.63 g/cm ³ 繊維長=30mm 繊維径=1.0mm		

表-2 コンクリートの配合

		目標目標	目標	単位量(kg/m ³)						05	
W/B s/a (%) (%) スランププロー (cm)	空気量 (%)	w	С	FA	ΕX	S	G	SP	CF (vol%)		
25	60	65±5	2.5 ± 1.5	160	423	192	25	960	637	9.6	1.5

試験ケースを表-3に示す。試験体は幅 500mm×高さ 100mm, スパンを 900mm, 1500mm, 2700mm の3 要因としたパネル試験体である。 本パネルを用いて 3 等分点載荷による曲げ試験を行った。測定項目 は荷重,たわみ,コンクリートひずみであり,ひずみは等曲げモー

表-3 試験ケース

ケース	試験体寸法 ^(mm)	スパン (mm)	等曲げ モーメント区間 (mm)
1	1300	900	300
2	1900	1500	500
3	3100	2700	900

メント区間内に設置したコンクリートゲージにて計測した。本試験に用いたコンクリートの材齢 91 日におけ る物性は表-4 に示すとおりであり、非常に強度が高く、緻密な配合である。

<u>3. パネル曲げ試験結果</u>

キーワード:放射性廃棄物処分場,カーボン繊維 連絡先:〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7011 FAX 0424-89-7078 載荷スパンとひび割れ 発生時の応力の関係を図 -1に示す。また,各ケー スにおける荷重~たわみ 関係を図-2に示す。また, 図中の値は,ひび割れ発生 時のひずみである。ケース 1 およびケース2について は,ひび割れ発生時の応力

_ 表-4 コンクリートの物性						
項目	単位	数値				
圧縮強度	N/mm ²	101.3				
静弾性係数	kN/mm^2	47.5				
引張強度	N/mm ²	6.82				
曲げ強度	N/mm ²	9.10				
曲げ靱性係数	N/mm ³	6.23				
自己収縮	× 10 ⁻⁶	-66				
空隙率	%	8.4				
透水係数	m/s	3E-15				
拡散係数	m²/s	1E-13				
※材齢 01 日におけろ値						

は 5.4N/mm², ひずみは 130 µ 程度であり, ほぼ等しい値を示 した。また, ケース 3 のひび割れ発生時の応力は他のケース に比較して小さかった。さらに, 各ケースにおける荷重~た わみ関係は異なる挙動を示した。これは, 等曲げモーメント 区間が大きくなった場合, 脆弱部の存在確率が高くなったた めと考えられる。以上のことから,本コンクリートをプレキ ャスト部材として適用する場合, 図-1 をもとに運搬方法や 型枠支保工のスパンを決定する必要があることが分かった。

<u>4. モックアップ試験への適用</u>

モックアップ試験体の概要を図-3 に示す。施工手順は, ①高流動コンクリートの打設,②繊維補強プレキャスト部材

(幅 1m×高さ3.675m×厚さ0.1m)を鋼製型枠に沿えて設置, ③高流動モルタルの充填とした。プレキャスト部材にはモル タルの打設によって側圧が作用する。図-4 に,施工時にプ レキャスト部材に生じたひずみおよび打設高さの経時変化を 示す。本試験においては,施工時の高流動モルタルの側圧に よってプレキャスト部材に引張ひずみが生じており,モルタ ルの硬化とともに圧縮側へシフトしている。しかしながらそ の値は-40~+40µであり,いずれもプレキャスト部材のひび 割れ発生ひずみを大きく下回るものであった。その他の計測 においてもひび割れの発生は見られず,繊維補強プレキャス ト部材がひび割れなく良好に施工可能であることを確認した。

<u>5. まとめ</u>

カーボン繊維補強コンクリートの部材レベルでの曲げ実験 を行い,載荷スパンとひび割れ発生強度の関係を得た。また, 実規模試験において,プレキャスト部材がひび割れを発生す ることなく良好に施工できることを確認した。

なお、本研究は電力共通研究として実施したものである。 参考文献

 (1) 庭瀬一仁:低レベル放射性廃棄物処分施設への適用を目的 とした繊維補強材料の選定に関する検討,土木学会第60回年 次学術講演概要集,5-321, pp.641-642,2005

