

再生骨材を活用した遠心締めコンクリート柱の力学特性

中国電力(株) 正会員 ○岩田 数典
 中国電力(株) 正会員 田中 雅章
 中国電力(株) 正会員 大村 剛
 中国高圧コンクリート工業(株) 前田 直文

1. はじめに

コンクリート柱は、遠心締め機を用いて、回転時の微振動による締め効果と遠心力による余剰水の絞り出しによって水セメント比(W/C)を5~10%低減させることにより、高強度かつ高密度の中空円筒形製品を製造することが特徴である。コンクリート柱は、蒸気養生後、直ちに乾燥暴露する環境で製造されるため、水分供給などの外部養生効果は期待できず、さらに余剰水の絞り出しによる実質W/Cの低下により未水和セメントが多く残存する状態となっていることから、セメント総量に対する強度増加は比較的小さい。そこで、本研究では、ポーラスなセメントペーストが混入する再生骨材(廃棄コンクリート柱から製造されたもの)の多孔性とそれによる含水量に着目し、再生骨材を表面乾燥飽水状態として用いることでコンクリート内部から水分を供給し、セメント水和率を増加させることによる力学特性の向上効果の検証を実施した。

2. 実験概要

2.1 再生骨材の品質

1971年から1999年にかけて製造された廃棄コンクリート柱10体を破砕して製造した再生骨材を対象として、JIS A 1109およびJIS A 1110に準拠し、再生粗骨材と再生細骨材の絶乾密度および吸水率を、製造年代規格別に測定した。また、実機における再生骨材の使用条件を念頭におき、製造される骨材すべてを混合した再生骨材(以下、混合再生骨材)についても測定を行った。

2.2 コンクリートの配合(表-1)

水セメント比W/Cは36.3%とし、再生骨材(混合再生骨材を使用)の置換率は全骨材の質量に対し15%および25%の2水準(配合名M15, M25)とした。比較用として基本配合の普通コンクリート(配合名M0)についても作製した。

表-1 コンクリートの配合

配合名	単位量 (kg/m ³)								FA	減水剤
	水W	セメントC	細骨材			粗骨材				
			砕砂S1	再生RS1	海砂S2	砕石G2	再生RG2			
M0	160	440	627	—	263	916	—	40	6.72	
M15	160	440	548	73	263	709	198	40	6.72	
M25	160	440	496	121	263	570	330	40	6.72	

注) FA: フライアッシュ, 水セメント比W/C36.3%, 粗骨材の最大寸法15mm, 細骨材率49.8%

2.3 力学特性に関する検討

圧縮強度は、「遠心力締めコンクリートの圧縮強度試験方法」(JIS A 1136)に準拠し、外径φ200mm, 高さ300mm, 厚さ40mmの中空円筒形供試体により測定を行った。

ポール曲げ試験は、出荷時材齢の14日に実施し、「プレキャストプレストレストコンクリート製品」(JIS A 5373)に準拠した送電・配電用ポール1種14B(長さ14m, 口径377~190mm)により測定を行った。

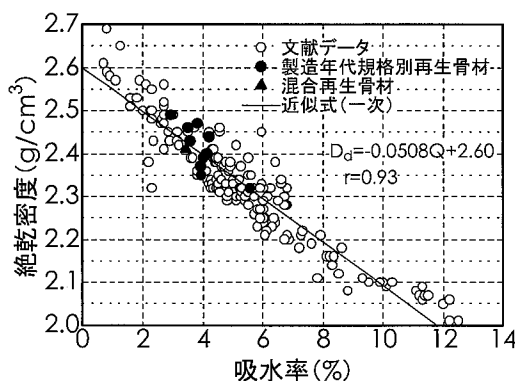


図-1 絶乾密度と吸水率の関係(再生粗骨材)

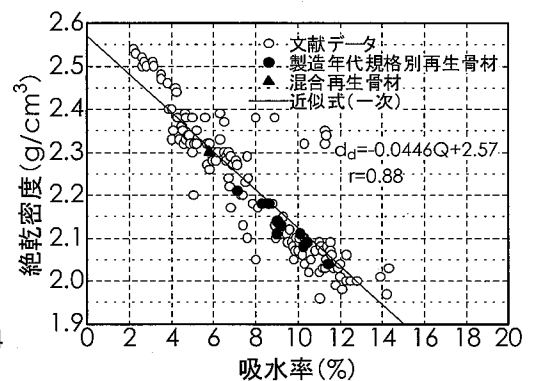


図-2 絶乾密度と吸水率の関係(再生細骨材)

3. 実験結果および考察

3.1 再生骨材の品質 (図-1, 2)

いずれの再生骨材も吸水率が大きくなると絶乾密度は小さくなる傾向にあり、高い相関関係を示している。製造年代規格別の再生粗骨材は、絶乾密度 $2.32\sim 2.49\text{g/cm}^3$ 、吸水率 $2.9\sim 5.6\%$ の範囲であり、天然粗骨材の規格値である絶乾密度 2.5g/cm^3 以上、吸水率 3.0% 以下を満足しないものの、一般的な再生粗骨材全体から評価すると比較的良質であることがいえる。また、混合再生粗骨材の品質は、製造年代規格別の再生粗骨材を代表するほぼ中間の品質を示す値となった。一方、再生細骨材は、製造年代規格別では、絶乾密度 $2.04\sim 2.21\text{g/cm}^3$ 、吸水率 $7.1\sim 11.4\%$ の範囲であり、一般の再生細骨材と比較して良くない品質となった。しかし、混合再生細骨材では、絶乾密度 2.30g/cm^3 、吸水率 5.8% と、良好な品質を示す結果となった。

3.2 力学特性に関する検討

(1) 強度発現性 (図-3)

いずれの材齢においても再生骨材置換率が増加するにしたがって圧縮強度は若干大きい。また、再生骨材 25%置換 (M25) の材齢 1 日から 14 日までの強度増加量は、 9.9N/mm^2 と、他の配合と比べ大きくなった。この理由として、再生骨材の置換によるコンクリート内部からの水分供給によりセメント水和率が増加したことが考えられる。そこで確認のため、材齢 365 日における結合水量の測定を行った。その結果は表-2 に示すとおり、再生骨材置換率が増加するにしたがい結合水量も若干大きく、再生骨材置換によりセメント水和率が増加したことが裏付けられた。なお、再生骨材となる前のコンクリート柱の骨材に、強度面において品質の高いものを厳選して使用していたこと、またその骨材に付着、混入する旧コンクリートの圧縮強度も 70N/mm^2 程度を有していることから、モルタル・ペースト部分が一般解体構造物から製造される再生骨材と比較し緻密であることも、再生骨材の置換により強度が落ちない一因と考えられる。

(2) ポール構造部材の力学特性

ポールの曲げ圧縮試験状況を写真-1 に示す。たわみ性状はいずれの配合においても同程度となっており、さらにひび割れ幅およびひび割れ本数についても大きな違いは見られなかった。破壊荷重から求めた破壊安全率 (破壊荷重のひび割れ試験荷重 5.0kN に対する比) の結果を表-3 に示す。再生骨材置換の場合、圧縮強度の増加により再生骨材無置換 (M0) より破壊安全率は若干大きく、規定値の安全率 2.0 以上となった。

4. まとめ

再生骨材の置換による内部養生効果により、再生骨材無置換と同等もしくはそれ以上の強度発現性を有することが明らかとなった。ポール曲げ試験では、再生骨材の置換による圧縮強度の増加により再生骨材無置換より破壊安全率はわずかに増加した。今後、再生骨材の品質が与える強度への影響、コンクリート内部からの水分供給効果と強度との関係を明らかにする必要がある。

参考文献

1) 福本 直, 田中雅章, 大村 剛, 岩田数典: 中国地方におけるコンクリート柱の劣化調査について, 土木学会中国支部第 59 回研究発表会, 2007 (投稿中)

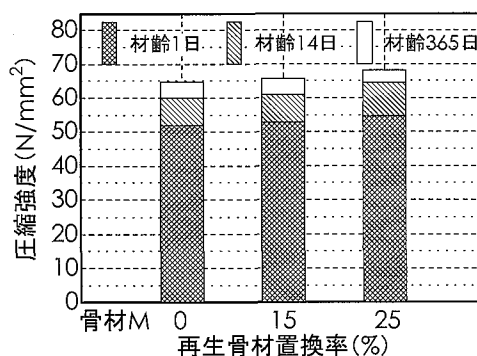


図-3 強度発現性

表-2 結合水量 (材齢 1 年)

配合名	結合水量 (%)
M0	2.2
M15	2.5
M25	2.8

表-3 ポール曲げ試験の破壊安全率

配合名	破壊安全率
M0	2.32
M15	2.35
M25	2.41

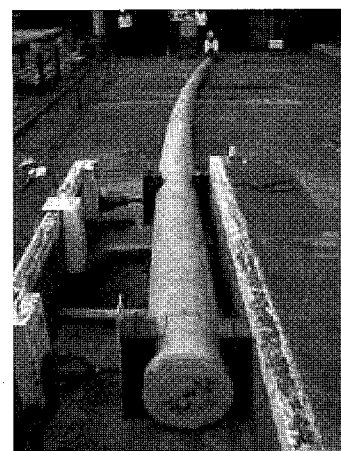


写真-1 ポール曲げ試験状況