

硬化剤無添加エポキシ樹脂を混入した再生骨材コンクリートの強度、乾燥収縮及び自己修復性に関する検討

(株) 太平洋コンサルタント 正会員 ○荻原茂男
 (株) 太平洋コンサルタント 関野一男
 日本大学工学部 大濱嘉彦

1. はじめに

低品質再生骨材を用いたコンクリート(以下、再生骨材コンクリートと称す)において、その強度や耐久性は、普通骨材を用いた場合よりも、往々にして劣っている。最近、ダブルミキシング工法で製造した再生骨材コンクリートの強度や物質透過性は改善されること¹⁾、更に、硬化剤無添加エポキシ樹脂の混入によりコンクリートの接着性、水密性、乾燥収縮、塩化物イオン浸透及び中性化に対する抵抗性、耐薬品性は優れると共に、ひび割れ発生後に自己修復機能を有していること²⁾が報告されている。そこで、ダブルミキシング効果を考慮したGEC法の練混ぜによる硬化剤無添加エポキシ樹脂を混入した再生骨材コンクリート(以下、再生骨材ポリマーセメントコンクリートと称す)の圧縮強度、乾燥収縮及び自己修復性について検討した。

2. 実験概要

2.1 原コンクリートからの再生粗骨材の製造

原コンクリートには、レディーミクストコンクリート工場にて製造したコンクリートブロック(水セメント比:45%,普通ポルトランドセメントの使用,コア強度:57N/mm²,平成12年度製造)を用いた。その原コンクリートを大型重機で人頭大に破碎した後、ジョークラッシャーで最大寸法40mmに粗砕し、更に、図1に示すコーンを装備している一軸スクリー方式の再生骨材製造装置で1回処理して再生粗骨材を製造した。

2.2 試験項目と試験方法

(1) 使用材料及びコンクリートの配合:使用材料は、普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³)、陸砂(表乾密度2.60g/cm³,吸水率1.58%,粗粒率2.92,実積率67.3%)、再生粗骨材(表乾密度2.49g/cm³,吸水率4.39%,粗粒率7.23,実積率61.2%,粘土塊量0.3%,洗い試験により失われる量1.18%)及びエポキシ樹脂(密度1.13g/cm³)である。コンクリートの配合条件を水セメント比55.0%、所要スランプ(8±2.5cm)及び所要空気量(4.5±1.5%)とし、図2に示す練混ぜ法で選定した配合を表1に示す。

(2) 試験方法:図2の練混ぜ法で作製した供試コンクリートを成形した後、表2に示す養生法で養生し、JISに準拠して圧縮強度試験及び乾燥収縮試験を行った。又、自己修復試験は、標準養生後28日に最大圧縮荷重の90%を載荷した後、乾燥養生0及び28日継続して圧縮強度試験を行い、圧縮強度の増加率[(乾燥養生28日の圧縮強度/乾燥養生0日の圧縮強度)×100(%)]を求めた。

3. 実験結果及び考察

再生骨材コンクリート及び再生骨材ポリマーセメント

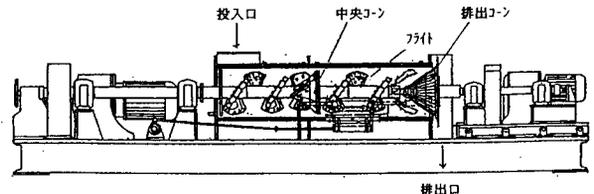


図1 再生骨材製造機械の模式図
 表-2 各試験の前養生法

表-1 再生骨材コンクリート及び再生骨材ポリマーセメントコンクリートの配合

	水セメント比 W/C, (%)	ポリマーセメント比 P/C, (%)	細骨材率 s/a, (%)	単位量 (kg/m ³)				
				C	W	P	S	G
S-P/C0%	55.0	0	45.0	300	165	0	842	986
GEC-P/C0%	55.0	0	45.0	300	165	0	842	986
GEC-P/C2.5%	55.0	2.5*	44.5	300	165	8	825	986
S-P/C12.7%	55.0	12.7	43.1	291	160	37	778	986
GEC-P/C12.7%	55.0	12.7**	43.1	291	160	37	778	986

試験項目	前養生法
圧縮強度	【水中養生】1日湿空養生, 以後水中養生(20℃)
	【標準養生】1日湿空養生+6日水中養生(20℃) +以後乾燥養生(20℃, 60%R.H.)
乾燥収縮	1日湿空養生+27日水中養生(20℃)
自己修復	28日乾燥養生(20℃, 60%R.H.)

*: 皮膜ベストのみにポリマーの混入

** : 皮膜ベスト(P/C2.5%)とモルマトリックス(P/C12.2%)にポリマーの混入

キーワード 再生骨材、エポキシ樹脂、圧縮強度、乾燥収縮、自己修復

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 (株)太平洋コンサルタント TEL043-498-3911

コンクリートの圧縮強度を図3に示す。GEC法を用いた再生骨材コンクリートの圧縮強度は、いずれの材齢においても、通常練りの場合よりも増加

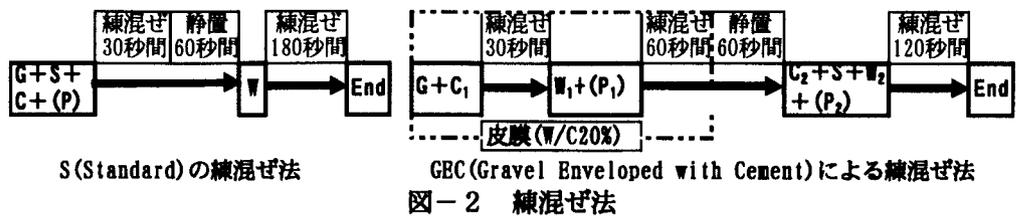


図-2 練混ぜ法

する。これは、GEC法により再生粗骨材表面付近の遷移帯が緻密化されたため、圧縮強度が増加したものと推察される。一方、GEC法を用いた再生骨材ポリマーセメントコンクリートの圧縮強度は、通常練りの場合と比較して4~9%増加する。

再生骨材コンクリート及び再生骨材ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮を図4に示す。GEC法を用いた再生骨材コンクリートにおいて、材齢56日の乾燥収縮は、通常練りの場合と同程度である。一方、GEC法を用いた再生骨材ポリマーセメントコンクリートにおいて、その乾燥収縮は、材齢56日では通常練りのそれと比較して、皮膜のみにポリマーを混入した場合と同程度となり、又、皮膜及びモルタルマトリックスにポリマーを混入した場合に236μm小さくなる。これは、コンクリート内で硬化したエポキシ樹脂層により水分が逸散しにくく、緻密な組織が形成されて、乾燥時に保水性が向上すると共に、未硬化エポキシ樹脂は乾燥に伴って発生する応力の緩和相として機能するものと考えられる。

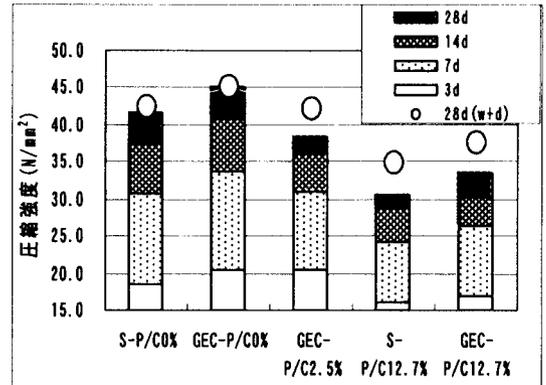


図-3 圧縮強度

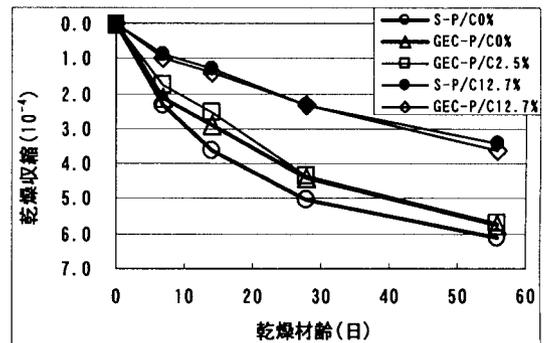


図-4 乾燥収縮

再生骨材コンクリート及び再生骨材ポリマーセメントコンクリート自己修復性を図5に示す。再生骨材ポリマーセメントコンクリートにおける圧縮強度の増加率は、未載荷及び載荷のいずれも、再生骨材コンクリートのそれよりも大きい。再生骨材コンクリートでは、未載荷及び載荷にかかわらず、その圧縮強度の増加率はほぼ同程度である。これは、未載荷及び載荷の場合のいずれも、セメントの水和の進行によるもの、載荷した場合には、セメントの自癒作用³⁾によるものと推察される。一方、再生骨材ポリマーセメントコンクリートにおいて、未載荷した場合よりも載荷した場合の圧縮強度の増加率は大きい。これは、未載荷した場合、エポキシ樹脂層の保水性により促進したセメントの水和反応によるものであるが、載荷した場合には、更に、載荷に未硬化エポキシ樹脂がそのコンクリート内に流出して乾燥養生によるエポキシ樹脂の硬化に加わった相乗効果によりその強度増加率が増加したものと考えられる。

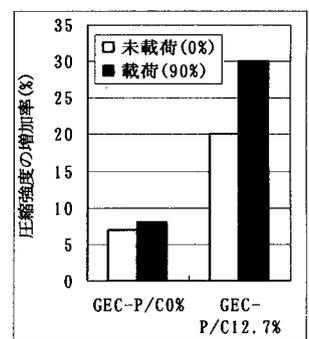


図-5 自己修復性

4. まとめ

GEC法で製造した再生骨材コンクリート及び再生骨材ポリマーセメントコンクリートにおいて、通常練混ぜ法の場合と比較して、ポリマー混入の有無にかかわらず、その圧縮強度は増加し、その乾燥収縮は同程度となる。又、GEC法で製造したポリマーセメント比12.7%の再生骨材ポリマーセメントコンクリートにおいて、ポリマー無混入の場合と比較して、その乾燥収縮は1/2程度低減し、その自己修復性は20%程度改善される。

参考文献：1) 大即信明、宮里心一、原法生、Yodsudjai Wanchai、「再生骨材コンクリートの物質透過性および強度の評価とその結果に基づく改善方法」、コンクリート工学論文集、Vol. 12, No. 2, May2001, pp. 1~12. 2) Y. Ohama, K. Demura and T. Endo, " Properties of Polymer-Modified Mortars Using Epoxy Resin without Hardener", ASTM STP 1176, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, 1993, pp. 90~102. 3) 高須富夫、「セメントペーストおよびモルタルのきれつ面における自癒作用について」、セメント技術年報 XIV, Mar. 1960, pp. 276~282.