

エコセメントと再生粗骨材の超硬練りコンクリートへの適用性に関する検討

首都大学東京 学生会員 ○藤野 祐樹
首都大学東京 正会員 上野 敦、正会員 宇治 公隆、正会員 大野 健太郎
太平洋セメント株式会社 正会員 石田 征男

1. 研究の背景・目的

普通エコセメント(以下、EC)を積極的に使用してゆくためには、塩化物イオン量、アルカリ金属量を考慮した場合、セメントペースト体積を減じることが有効であると考えられる。また、再生粗骨材を使用する場合、乾燥収縮増大の懸念があるが、これも上記の対策で改善されることが考えられる。このように考えると、ECや再生粗骨材を使用する場合、超硬練りコンクリートとすることが有効となる。本研究では、舗装用超硬練りコンクリートへの EC および再生粗骨材の適用性評価を目的とし、普通粗骨材を用いた EC 超硬練りコンクリート、および再生粗骨材を用いた EC 超硬練りコンクリートの基礎特性の検討を行った。そして、これらの超硬練りコンクリートに連行空気を導入した場合の、基礎特性の検討も行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

結合材は、密度 3.16g/cm^3 の普通ポルトランドセメントおよび密度 3.14g/cm^3 の普通エコセメント(EC)を使用した。骨材は、表-1 に示す特性を有する砕砂および砕石 2005 と、再生粗骨材 L を使用した。

2.2 配合

超硬練りコンクリートの配合を表-2 に示す。配合条件は、Km を 1.6、単位水量を 125kg、W/C を 0.30、0.35、0.40 の 3 水準とした。また、W/C が 0.35 のものには空気連行を導入した。表中の C(N)は普通ポルトランドセメントを、C(E)は EC を、G(N)は砕石を、G(R)は再生粗骨材を示している。また、空気連行を行うものは、配合記号に A を付記することで区別した。目標空気量を 2.5%とし、混和剤は、超硬練りコンクリート用のものを用い、AE 助剤により空気量を調整した¹⁾。

2.3 実験項目

超硬練りコンクリートの締固め性は、JSCE-F 508 に従って試験し、E98(充填率が 98%に達するのに必要なエネルギー量)によって評価した。空気量は「超硬練りコンクリートの空気量試験方法(CBA-2)」に従って測定した。空気量の測定結果と、これに基づいて再計算した Kp を表-3 に示す。圧縮強度、静弾性係数および曲げ強度は、JIS A 1108、1149 および 1106 に従って試験した。硬化体の試験に関しては、すべて標準養生後に試験を行った。

3. 結果および考察

3.1 締固め性

各配合の E98 を図-1 に示す。以下、図中の白抜きのプロットは W/C0.35 の AE コンクリートを示す。空気量 0%では EC および再生粗骨材を用いたことにより、締固め性は良好となっている。Ex-ER の E98 が顕著

キーワード 超硬練りコンクリート、エコセメント、再生粗骨材、締固め性、機械的性質
連絡先 首都大学東京都市環境学部 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL042-677-2777

表-1 骨材の特性

種類	記号	産地・生産者	岩質	密度(g/cm^3)		吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/L)	実積率 (%)	F.M.
				表乾	絶乾				
砕砂	S	相模原砕砂	砂岩	2.63	2.59	1.45	1.71	66.0	2.82
砕石2005	G(N)	津久井砕石	砂岩	2.68	2.65	1.00	1.54	57.9	6.81
再生粗骨材L	G(R)	立石建設	—	2.38	2.24	6.39	1.38	61.6	6.83

表-2 超硬練りコンクリートの示方配合

配合記号	W/C	Km	Kp	単位量 (kg/m^3)						主剤 (C×%)	助剤 (C×%)	目標Air (%)
				W	C(N)	C(E)	S	G(N)	G(R)			
Ex-NN30	0.30	1.60	1.78	125	417	-	735	1243	-	0	0	0
Ex-NN35	0.35	1.60	1.55	125	357	-	784	1243	-	0	0	0
Ex-NN40	0.40	1.60	1.39	125	313	-	821	1243	-	0	0	0
Ex-NN35A1	0.35	1.60	1.87	125	357	-	718	1243	-	1.5	0.40	2.5
Ex-EN30	0.30	1.60	1.80	125	-	417	732	1243	-	0	0	0
Ex-EN35	0.35	1.60	1.56	125	-	357	782	1243	-	0	0	0
Ex-EN40	0.40	1.60	1.40	125	-	313	820	1243	-	0	0	0
Ex-EN35A1	0.35	1.60	1.88	125	-	357	716	1243	-	1.5	0.40	2.5
Ex-EN35A2	0.35	1.60	1.88	125	-	357	716	1243	-	1.5	0.24	2.5
Ex-ER30	0.30	1.60	2.08	125	-	417	632	-	1194	0	0	0
Ex-ER35	0.35	1.60	1.78	125	-	357	682	-	1194	0	0	0
Ex-ER40	0.40	1.60	1.59	125	-	313	720	-	1194	0	0	0
Ex-ER35A1	0.35	1.60	2.18	125	-	357	617	-	1194	1.5	0.40	2.5
Ex-ER35A2	0.35	1.60	2.18	125	-	357	617	-	1194	1.5	0.20	2.5

表-3 空気量測定結果

配合記号	Kp (再計算)	実測Air (%)
Ex-NN35A1	1.86	2.4
Ex-EN35A1	2.00	4.2
Ex-EN35A2	1.93	3.2
Ex-ER35A1	2.36	4.6
Ex-ER35A2	2.12	1.8

に小さいのは、再生粗骨材の実積率が高いことが影響していると考えられる。また、空気連行を行ったものは、全配合で E98 が顕著に減少した。これは空気連行により K_p が増加したことが影響していると考えられ、超硬練りコンクリートであっても空気連行泡によって締固め性が向上することがわかる。

3.2 機械的性質

セメント空隙比と圧縮強度の関係を、図-2 に示す。Ex-EN の圧縮強度は、Ex-NN と比べて約 90%程度であり、通常のコンクリートを対象とした既往の研究²⁾と同等である。Ex-ER の圧縮強度は、Ex-NN と比べて約 70%程度であり、これは使用した再生粗骨材の影響と考えられ空気連行により圧縮強度は若干低下するが、本研究でのコンクリートの圧縮強度は、高強度域での比較となっており、最も低い圧縮強度を示した Ex-ER35A1 であっても、 46.1N/mm^2 と、十分な圧縮強度が得られている。また、空気連行の有無に関わらず、セメント空隙比と圧縮強度は直線的な関係となる。

圧縮強度とヤング係数の関係を図-3 に示す。Ex-EN のヤング係数は、Ex-NN と比較して、同一圧縮強度でのヤング係数が若干高くなる傾向を示している。全配合において、ヤング係数と圧縮強度の関係は、標準示方書¹⁾の関係と同等となっている。また、空気連行による両者の関係に対する影響はほとんどないことがわかる。

圧縮強度と曲げ強度の関係を図-4 に示す。Ex-EN の曲げ強度は、Ex-NN と比較して、同一圧縮強度での曲げ強度が若干高くなる傾向を示している。全配合において圧縮強度と曲げ強度の関係は、標準示方書「舗装編」での関係の延長線上にある。最も低い曲げ強度を示した Ex-ER35A1 であっても 6.0N/mm^2 となっており、舗装用途の場合の設計基準曲げ強度 4.5N/mm^2 を十分に満足している。そして、両者の関係に対する空気連行の影響はほとんどないことがわかる。

4. まとめ

- 1) EC を用いた超硬練りコンクリートの締固め性は、普通セメントを用いた超硬練りコンクリートと比べて、良好となる。また、EC と再生粗骨材を併用した超硬練りコンクリートの締固め性は、顕著に良好となる。超硬練りコンクリートでも、空気連行により締固め性は顕著に良好となる。
- 2) EC を用いたこと、また EC と再生粗骨材を併用したことにより、圧縮強度は若干低下したが、EC を用いた超硬練りコンクリート、および EC と再生粗骨材を用いた超硬練りコンクリートであっても、通常のコンクリートと同様に、圧縮強度から他の指標を導出できる。空気連行により圧縮強度は若干低下したが、十分な強度を有しており、また圧縮強度と他の指標の関係に対する影響はほとんどない。

謝辞 本研究は、太平洋セメント(株)中央研究所との共同研究として行ったものである。同社、梶尾聡氏、井坂幸俊氏、上田宣人氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 加賀谷誠、西原康夫、城門義嗣：超硬練りコンクリートの空気連行特性と凍結融解抵抗性に関する実験的研究、コンクリート工学論文集、第 20 巻、第 3 号、pp.21-31、2009
- 2) 独立行政法人 土木研究所 編著：エコセメントコンクリート利用技術マニュアル、技報堂出版、2003.3

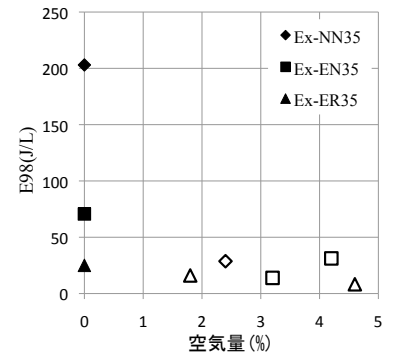


図-1 各配合の E98

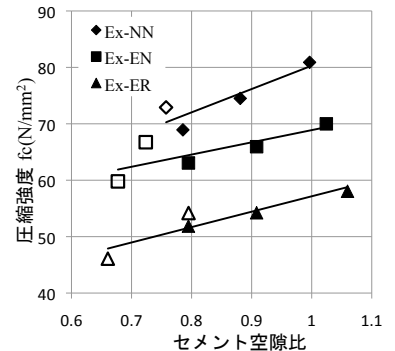


図-2 セメント空隙比と
圧縮強度の関係

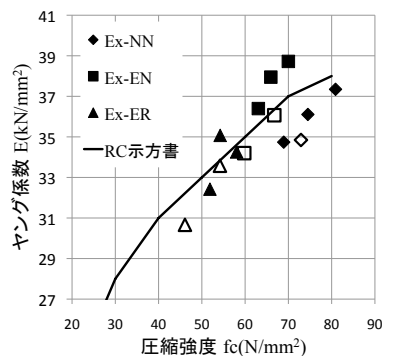


図-3 圧縮強度とヤング係数の関係

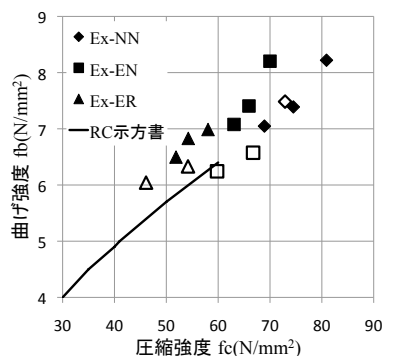


図-4 圧縮強度と曲げ強度の関係