

普通エコセメントのボックスカルバートへの適用性評価

千葉窯業(株) 正会員 ○内野雅行、森田秀明
電気化学工業(株) 町山延昭、芦田公伸

1. はじめに

エコセメントが平成14年7月にJIS化（JIS R 5214）され、現在その用途先は主として道路用製品などの無筋コンクリート製品および鉄筋コンクリート製品に適用されている。しかし、その多くは小・中型製品が多く、大型の鉄筋コンクリート製品でのエコセメントを用いた力学的特性については実施した報告例はない。そこで、本報告はエコセメントを用いた大型の鉄筋コンクリート製品としてボックスカルバートの力学的特性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および示方配合

セメントは、普通エコセメント（密度 3.17g/cm^3 、比表面積 $4290\text{cm}^2/\text{g}$ ）を使用し、膨張材としてエトリンガイト系膨張材（密度 2.94g/cm^3 、比表面積 $2910\text{cm}^2/\text{g}$ ）を使用した。細骨材は、陸砂（密度 2.75g/cm^3 、粗粒率 1.84）と砕砂（密度 2.68g/cm^3 、粗粒率 2.98）を用い、粗骨材は、5号碎石（密度 2.70g/cm^3 、最大寸法 20mm）と6号碎石（密度 2.64g/cm^3 、最大寸法 13mm）を用いた。

なお、示方配合及びフレッシュ性状は、表－1に示す。練混ぜは強制2軸ミキサ（公称容量 1.0m^3 ）を用いて行った。養生は蒸気養生としパターンは前置き2時間、昇温 $20^\circ\text{C}/\text{時}$ 、最高温度 65°C －3時間保持、以降は自然放冷とした。

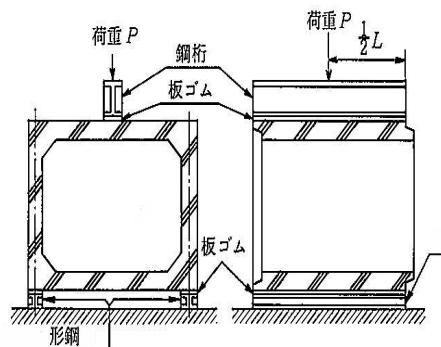
表－1：示方配合及びフレッシュ性状

試験体No.	コンクリート配合 (kg/m ³)												フレッシュ性状					
	スランp [*] (cm)	空気量 (%)	W/(C+F) (%)	s/a (%)	W	C	F	S		G		減水剤	AE 助剤	気温 (℃)	コンクリート 温度 (℃)	スランp [*] (cm)	空気量 (%)	塩分量イオン量
								S1 川砂	S2 砕砂	G1 5号	G2 6号							測定値*
A	18 ± 2.5	4.5 ± 1.0	40	39	160	360	40	203	485	700	383	4.4	0.04	9	15	19	5.5	0.27
B														11	13	18	3.1	0.27

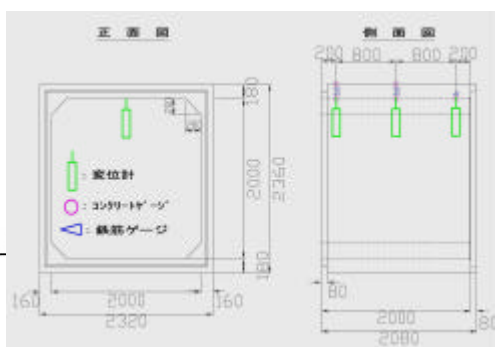
* 塩化物イオン量の測定値は、JIS R5214の解説に記載されている普通エコセメントに固定されている塩化物イオン量を考慮した算出式にしたがって求めた値

2.2 試験体及び性能試験

試験体は、内空 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 、長さ 2.0m の RC ボックスカルバートで、設計基準強度 35.0N/mm^2 である。製品外圧試験方法は、全国ボックスカルバート協会の方法に準拠した。また、試験体の頂版の引張側変位量と、頂版の引張側と圧縮側のコンクリートと鉄筋のひずみを測定した。



図－1：外圧試験方法



図－2：試験体概要図



写真－1：試験体外圧試験状況

キーワード：普通エコセメント、ボックスカルバート、大型コンクリート製品、塩化物イオン量

連絡先：〒260-8666 千葉県千葉市中央区市場町3-1 千葉窯業（株）技術部 TEL:043-221-3471

3. 実験結果

3.1 荷重－変位の関係

試験体の外圧試験は、規定値に対し 1.2～1.3 倍でひび割れが発生した。また、試験体の圧縮強度試験も設計基準強度の 1.2 倍となり、同じ傾向を示した。試験体変位量は、図－3に示すように、ひび割れ発生までは、理論値（設計変位量）とほぼ整合し、安定した傾向が見られた。

3.2 荷重－ひずみ及び応力度の関係

図－4，5に試験体のコンクリート及び鉄筋のひずみを示す。コンクリート圧縮側ひずみと鉄筋引張側ひずみは、外圧規定値までは線形にひずみ変化していることがわかる。また、測定ひずみより応力度を算出したところ表－2に示すようにひび割れ発生時の鉄筋引張応力度は 34.3N/mm²で鉄筋許容応力度 160N/mm²に対し、約 20%程度の引張応力であった。また、コンクリート曲げ引張応力度は、外圧規定値に 3.9N/mm²でコンクリート許容曲げ引張応力度の 80%となりひび割れは発生しないが、ひび割れ発生時には、A，B共に許容曲げ引張応力度 5.0N/mm²以上の応力状態を示した。

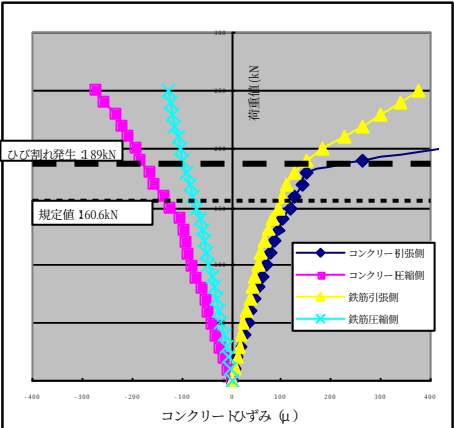
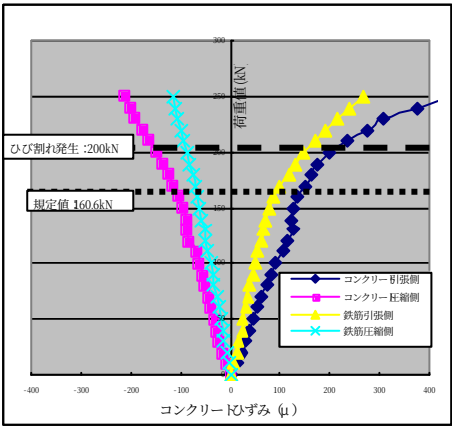
さらに、拘束曲げ引張強度も目標値 5.0N/mm²に対して 1.05～1.2 倍の強度を示し、塩化物イオン量も 0.27kg/m³で基準値 0.3kg/m³を下回る値を示した。

表－2：性能試験結果

試験体No.	外圧試験		許容応力度		外圧規定値応力度		ひび割れ発生時 応力度	
	規定値 (kN)	ひび割れ 発生値 (kN)	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	コンクリート 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	コンクリート 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	コンクリート 曲げ引張応力度 (N/mm ²)
A	161	200	160	5.0	18.7	3.9	31.3	5.6
B		189			21.4	3.8	34.3	5.0

表－3：圧縮強度及び拘束曲げ強度

No.	圧縮強度 (N/mm ²)	拘束曲げ引張強度 (N/mm ²)
A	47.7	5.99
B	43.6	5.25
目標値	35.0以上	5.0以上



4. まとめ

- 設計基準強度 35.0N/mm² のボックスカルバートへの普通エコセメントの適用性を評価した結果を以下に示す。
- ①試験体外圧性能試験は、規定値の 1.2～1.3 倍でひび割れが発生した。
 - ②ひび割れ発生時までの試験体変位量は、測定値と理論値がほぼ一致し、安定した傾向であった。
 - ③圧縮強度は、設計基準強度の 1.2 倍の強度を示し、外圧性能試験と同等の傾向を示した。
 - ④拘束曲げ引張強度は、目標値の 1.05～1.2 倍を示し、5.0N/mm²の曲げ引張強度を補償した。
 - ⑤コンクリートの塩化物イオン量は、0.3kg/m³以下を補償した。

【参考文献】1)JIS R 5214「エコセメント」：2002，日本工業標準調査会、2)プレキャストボックスカルバート 設計・施工マニュアル 平成 13 年 3 月，全国ボックスカルバート協会