

プレキャスト製品に適用する耐酸性セメント硬化体の基本物性

ランデス株式会社 正会員 松岡 智
 秋田大学工学資源学部 正会員 徳重 英信
 秋田大学大学院 佐々木泰平
 秋田大学工学資源学部 フェロー 川上 洵

1. はじめに

近年、温泉地帯や下水道施設などでは硫酸により道路埋設の下水道管などのプレキャスト製品が腐食劣化し陥没する事故が東京都だけでも年間約 1000 件報告されている¹⁾。本研究では、結合材の一部に高炉スラグ微粉末、および細骨材に高炉スラグ細骨材を用いることで耐硫酸性が向上し、さらに硫酸とセメント硬化体とで生成される二水石こうの膜が硫酸の浸食を抑制する働きのあるセメント硬化体²⁾の基本的な物性を測定し、JIS に規定されたプレキャスト鉄筋コンクリート製品にも適用可能であることを明らかにした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表 - 1 に、配合表を表 - 2 に示す。水結合材比 $W/B = 26\%$ と小さいので、目標スランプフローは $60 \pm 10 \text{cm}$ となるように高性能減水剤を用いて調整した。耐酸性セメント硬化体は、練り混ぜる粉体量が多く非常に高粘性の材料である。

表 - 1 使用材料

記号	使用材料	物性・産地
C	普通ポルトランドセメント	密度 3.16g/cm^3
BFP	高炉スラグ微粉末4000	密度 2.92g/cm^3 、比表面積 $4110 \text{cm}^2/\text{g}$
BFS	高炉スラグ細骨材	表乾密度 2.75g/cm^3 、 $\text{FM}=2.08$
G1	砕石1505	表乾密度 2.69g/cm^3 、 $\text{FM}=6.29$ 岡山県久米南町産
G2	砕石2015	表乾密度 2.69g/cm^3 、 $\text{FM}=6.95$ 岡山県久米南町産
W	上水道水	-
AD	高性能減水剤	ポリカルボン酸系

表 - 2 配合表

Gmax (mm)	W/B (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)						
				W	C	BFP	BFS	G1	G2	AD
20	26	2	50	160	244	366	849	249	581	3.97

表 - 3 試験項目

試験項目	試験方法	供試体
スランプフロー試験	JIS A 1150	-
空気量試験	JIS A 1128	-
圧縮強度試験	JIS A 1108	100 × 200
静弾性係数試験	JIS A 1149	100 × 200
割裂引張強度試験	JIS A 1113	100 × 200
曲げ強度試験	JIS A 1106	100 × 100 × 400
熱膨張係数試験	-	100 × 100 × 400

2.2 養生

養生は、一般の JIS のコンクリート製品と同様に蒸気養生により、打設後 2 時間の前置き時間(20)をおき、60 まで 2 時間で昇温(20 / h)、最高温度 60 を 3 時間保持し、打設後 24 時間で脱型し、気中養生とした。なお、比較用に水中養生の供試体を一部作製した。

2.3 試験項目

表 - 3 に試験項目を示す。熱膨張係数試験については、供試体の軸方向に平行かつ中心に埋込型ひずみ計を埋設した供試体を水中に浸漬し、徐々に水温を上昇および下降(約 $5 \sim 75 \sim 5$: 0.5 /h)させ、温度とひずみを測定しその関係を求めた。また、圧縮強度、静弾性係数、および曲げ強度は、材齢 3 日、7 日および 14 日において測定し、熱膨張係数は、材齢 7 日での測定とした。さらに、耐酸性セメント硬化体を利用して、同様の配合で工場内の製造ラインにおいて JIS A 5372 落ちふた式 U 形側溝 3 種 300A を製作し、製造上の課題および JIS で規定されている曲げ強度試験方法により、曲げひび割れ耐力を測定した。

キーワード 耐酸性 高炉スラグ微粉末 高炉スラグ細骨材 コンクリート製品

連絡先 〒719-3192 岡山県真庭市開田 630 - 1 ランデス株式会社 E-mail :s-matsuoka@landes.co.jp

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度と静弾性係数

図-1 に圧縮強度と材齢の関係を、図-2 に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。圧縮強度は、出荷材齢である材齢14日では60 N/mm²に達している。材齢80日において、気中養生では90 N/mm²程度までの増加であるが、水中養生の場合は、100N/mm²を超えるまで増加しており、耐酸性セメント硬化体は普通コンクリートと同様に水中養生が適していると考えられる。

静弾性係数は、圧縮強度60N/mm²で34kN/mm²程度であるが、圧縮強度が増加するにつれて、大きくなる傾向にある。今回の試験では圧縮強度90 N/mm²程度（材齢80日）では、静弾性係数が小さくなっているが、これは気中養生による乾燥などの影響が考えられ、静弾性係数においても水中養生が適している。

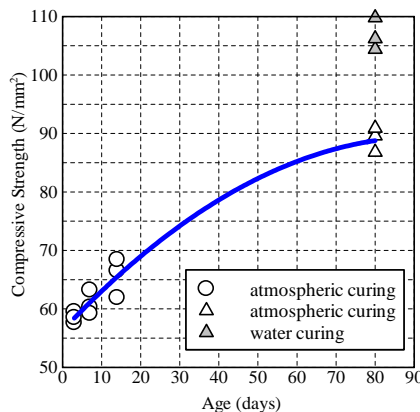


図-1 圧縮強度と材齢

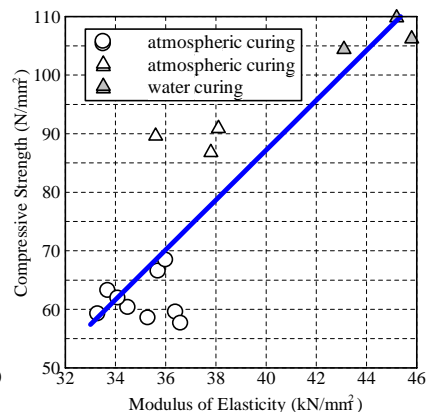


図-2 圧縮強度と静弾性係数

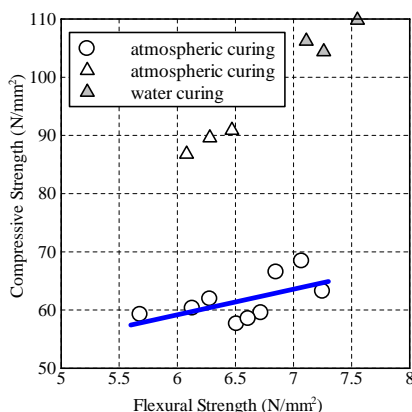


図-3 圧縮強度と曲げ強度

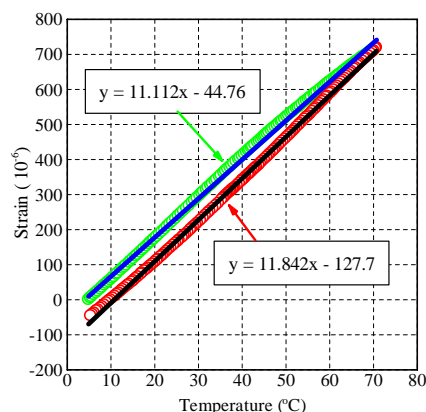


図-4 熱膨張係数

3.2 圧縮強度と曲げ強度

圧縮強度と曲げ強度の関係を図-3に示す。圧縮強度が増加するにつれて、曲げ強度も増加する傾向にある。しかし、気中養生の材齢80日の供試体は曲げ強度に伸びがなく増加していない。水中養生を行っても、材齢14日以降曲げ強度は増加していない。

3.3 熱膨張係数

図-4に、供試体中央部のひずみと供試体温度の関係を示す。図中の式は温度上昇時と下降温度時の測定値から最小2乗法によって求めたものである。熱膨張係数は、11.1~11.8×10⁻⁶であり、普通コンクリートと同等と判断され耐酸性セメント硬化体は鉄筋コンクリート部材としても適応可能である。

3.4 プレキャスト製品の曲げ強度試験結果

JIS A 5372 落ちふた式U形側溝3種300Aを製作した。耐酸性セメント硬化体の練混ぜは、粉体量が多く高炉スラグを使用しており、粘性が大きく密度も大きいいため、練混ぜ時間が240秒程度必要であり、普通コンクリートに比べ2倍の時間を要した。写真-1のようにU形側溝の曲げ強度試験は、JISのひび割れ規定荷重36kN/mに対して74kN/mと、2倍の曲げひび割れ耐力を有しており、耐酸性セメント硬化体はプレキャスト製品として利用可能である。



写真-1 曲げ強度試験

謝辞：本研究の遂行に際し、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構事業大学発事業創出実用化研究開発事業費助成金(20度新エネ研第0926003号)の補助を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 松浦将之：社会資本へのアセットマネジメント導入に向けて,土木学会誌, Vol89, No8, pp027-029, 2004
- 2) 藤井隆史ほか：高炉水砕スラグを用いたセメント硬化体の耐硫酸性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.847-852, 2009