

物性の異なる粗骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮特性

太平洋セメント(株) 正会員 ○兵頭 彦次 正会員 谷村 充
同上 正会員 藤田 仁 正会員 番地 成朋

1. はじめに

構造物の収縮ひび割れを抑制・制御するうえで、コンクリートの収縮特性を把握することは重要である。収縮に影響する因子は、コンクリートの配合、使用材料、養生条件など多岐にわたるが、最近では骨材の物性の影響が着目されている。本検討では、コンクリートの収縮ひずみが大幅に異なる3種類の粗骨材を用いて、収縮特性に与えるセメントの種類や骨材・コンクリート物性の影響を評価した。また、ひび割れ抵抗性についても検討を加えた。

2. 実験概要

(1) 使用材料

セメントには、普通ポルトランドセメント(N)、中庸熱ポルトランドセメント(M)、高炉セメントB種(BB)を用いた。細骨材には、山砂および硬質砂岩砕砂を容積割合で4:6とした混合砂を用い、粗骨材には石灰石碎石(GL)および産地の異なる2種類の硬質砂岩砕石(GS1、GS2)を用いた。粗骨材の物理的性質を表-1に示す。GS2は他の粗骨材と比べ安定性試験(JIS A 1122)の質量損失率が非常に大きく、静弾性係数が著しく小さいことが特徴として挙げられる。混和剤には、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤、AE剤を用いた。

(2) コンクリートの配合

表-2にコンクリートの配合条件を示す。セメントおよび粗骨材の種類にかかわらず、W/Cを50%、単位水量を170kg/m³、単位粗骨材かさ容積を0.57m³/m³で一定とした。

(3) 試験方法

試験は、圧縮強度(JIS A 1108)、静弾性係数(JIS A 1149)、長さ変化(JIS A 1129-2)、拘束ひび割れ(JIS A 1151)について行った。長さ変化試験の養生は、材齢7日まで20℃水中養生とし、その以降20℃-60R.H.%で行った。なお本論では、同養生下の長さ変化を乾燥収縮とする。拘束ひび割れ試験の養生は、材齢7日まで20℃湿布養生、それ以降20℃-60R.H.%とした。

3. 実験結果

(1) 圧縮強度と静弾性係数

図-1に、圧縮強度および静弾性係数試験の結果を示す。Nの圧縮強度は、粗骨材の種類によらずほぼ同等であり50N/mm²程度であった。一方、M、BBの場合、骨材の種類によって強度が異なり40~50N/mm²の範囲であった。コンクリートの静弾性係数はセメント種類によらず25~35kN/mm²程度の範囲であり、粗骨材自体の静弾性係数の大小関係と同じくGL>GS1>GS2の順に大きくなった。

(2) 乾燥収縮に与えるセメントの影響

図-2に、乾燥収縮試験結果を示す。乾燥収縮ひずみはGS2>GS1>GLの順に大きくなり、粗骨材間の収縮差はそれぞれ300×10⁻⁶程度であった。一方、セメント種類の影響は粗骨材によらず小さく、乾燥期間182日で最大40×10⁻⁶程度であった。Nのひずみ量を基準としたときのM、BBの収縮比を図-3に示す。Mの収縮比は乾燥期間とともに増加する傾向、BBでは早期に減少し長期的に増

表-1 粗骨材の物理的性質

物理的性質	GL	GS1	GS2
表乾密度(g/cm ³)	2.70	2.66	2.61
吸水率(%)	0.44	0.74	1.77
実積率(%)	64.1	60.8	61.1
粗粒率	6.70	6.26	6.56
最大寸法(mm)	20	20	20
微粒分量(%)	0.37	0.10	0.74
安定性(%)	1.7	2.5	18.7
静弾性係数(kN/mm ²)*	78.1	72.8	21.7

*母岩より採取したコア(φ32×64mm)を用いて測定

表-2 コンクリートの配合条件

W/C	50%
単位水量	170kg/m ³
単位粗骨材かさ容積	0.57m ³ /m ³
スランプ	18±2.5cm
空気量	4.5±1.5%

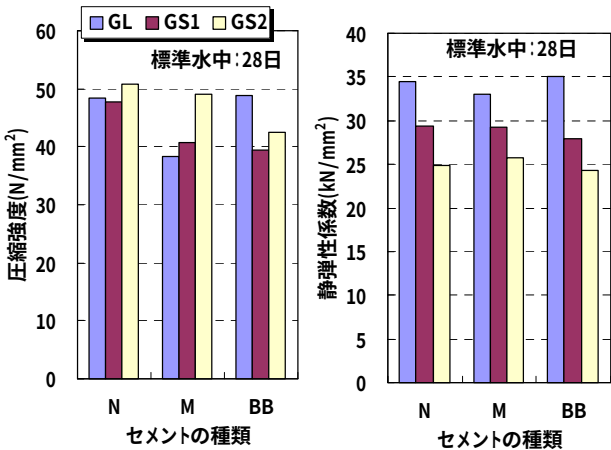


図-1 圧縮強度・静弾性係数試験結果

キーワード 乾燥収縮, 骨材種類, セメント種類, 静弾性係数, 拘束ひび割れ, 普通コンクリート
連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL043-498-3804

加する傾向であった。ただし、セメント間の大小関係は骨材毎に異なっていた。乾燥期間 182 日でのセメント間の収縮比の差は±10%の範囲であり、本検討ではコンクリートの収縮が大幅に異なる骨材を用いたが、既往の研究結果¹⁾と同様の傾向であった。

(3) 骨材およびコンクリート物性と乾燥収縮の関係

図-4 に、骨材の物理的性質と収縮ひずみの関係を示す。乾燥収縮ひずみは、骨材の吸水率、安定性損失率が大きいほど、静弾性係数が小さいほど大きくなった。それぞれ関連性は認められたが、吸水率を除き線形性はやや低かった。

図-5 に、材齢 28 日におけるコンクリートの静弾性係数と乾燥収縮の関係を示す。両者には、セメントの種類にかかわらず高い線形関係が認められ、静弾性係数が大きくなるとともに乾燥収縮は小さくなった。ただし、骨材の種類によっては、両者の相関性は低い場合がある²⁾ことが報告されており、広範なデータから検証する必要がある。

(4) 粗骨材の種類とひび割れ発生材齢の関係

図-6 に、拘束ひび割れ試験における、粗骨材の種類別のひび割れ発生材齢を示す。ひび割れ発生材齢は、乾燥収縮が小さいものほど長期化する傾向であり、GL を用いたものは乾燥期間 100 日においてもひび割れが発生しなかった。ひび割れ発生には、収縮ひずみに加え、静弾性係数、クリープ、引張強度などのコンクリート物性が関与する。収縮ひずみの増大はひび割れ発生において負の因子であるが、静弾性係数の増大も同様である。前述のとおり、本検討ではコンクリートの乾燥収縮と静弾性係数に反比例の関係があった。ただし、GS2 基準で前者の変化が-30%~+50%であるのに対し、後者は±20%程度と小さい。石灰石骨材が砂岩系骨材よりもクリープが小さい傾向³⁾であることを併せて考えると、本検討結果は、乾燥収縮ひずみの影響が卓越した結果であると判断される。なお同時に実施した割裂引張強度の平均は、骨材の種類によらず 3.0~3.1N/mm² の範囲であり、引張強度の影響は小さかったと考えられる。

4. まとめ

- (1) 普通、中庸熱ポルトランドセメント、高炉セメント B 種の間の収縮比(182 日)の差は±10%の範囲であった。
- (2) 粗骨材の吸水率、安定性損失率、静弾性係数とコンクリートの乾燥収縮には関連性が認められた。
- (3) セメントの種類によらず、コンクリートの静弾性係数と乾燥収縮ひずみには良好な線形関係が認められた。
- (4) ひび割れ発生材齢は乾燥収縮が小さいものほど長期化する傾向であり、石灰石粗骨材を用いたものについては乾燥期間 100 日までひび割れが発生しなかった。

参考文献

- 1) セメント協会：耐久性専門委員会ひび割れ分科会報告 H-23，コンクリートの乾燥収縮に及ぼす各種要因の検討，1992
- 2) 今本ほか：各種骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮特性と骨材比表面積の影響，日本建築学会構造系論文集，第 286 号，pp.125-137，1979
- 3) 庄谷ほか：石灰石コンクリートの品質特性に関する 2,3 の検討，セメント・コンクリート論文集，No.44，pp.122-127，1990

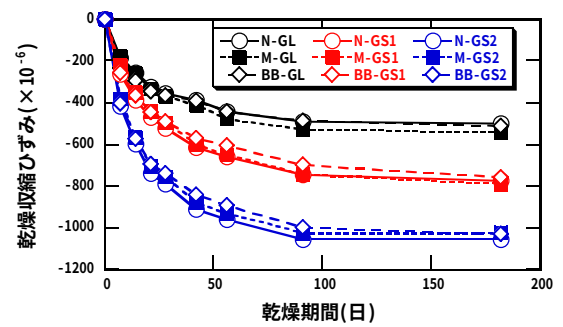


図-2 乾燥収縮ひずみ

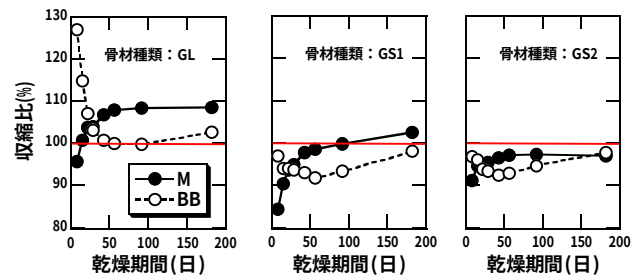


図-3 セメントの種類と収縮比率

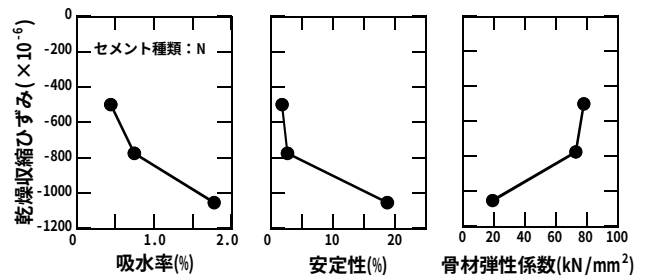


図-4 骨材の物理的性質と収縮ひずみの関係

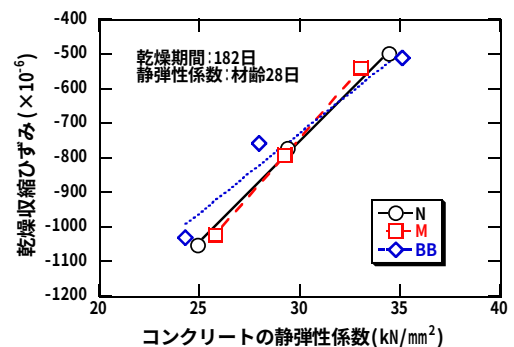


図-5 コンクリートの静弾性係数と乾燥収縮ひずみ

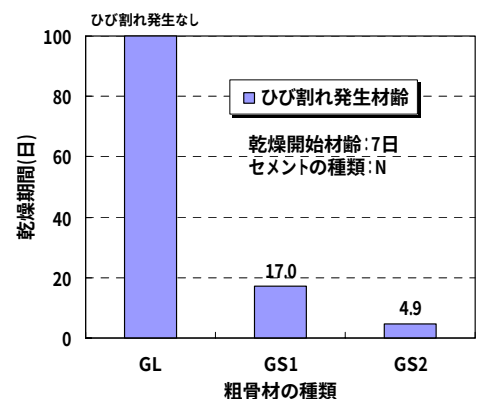


図-6 粗骨材の種類とひび割れ発生材齢