

栃木県産岩石の特性とコンクリートの乾燥収縮との関連性

有限会社モトキ建材 正会員 ○中根 政範
足利工業大学 正会員 黒井登起雄
足利工業大学 正会員 松村 仁夫

1. はじめに

栃木県は、関東で最も碎石の製造・出荷をしている¹⁾。これら碎石は、関東一円のコンクリート製造業者で多く使用されている。一方で、骨材に起因するコンクリートの乾燥収縮によるひび割れが指摘された²⁾。そこで、本研究では、栃木県で産出される岩石の特性を把握するとともに、コンクリートの乾燥収縮との関連性について実験的に検証した。

2. 実験の概要

2.1 使用材料

岩石は、栃木県で産出される石灰岩および玄武岩を1種類、産地の異なる硬質砂岩を4種類用いた。実験で使用する栃木県産の碎石の製造工場は、図-1に示した。コンクリートに使用した粗骨材は、これら岩石から製造された碎石とし、物性を表-1に示した。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は鬼怒川産川砂を、混和剤はAE減水剤をそれぞれ使用した。

2.2 実験方法

(1) 岩石供試体の作製 6種類の岩石からφ30mm×150mmの縦方向および横方向のコア岩石試料をそれぞれ3個採取した。採取した試料は、十分に吸水させ、飽水状態にするために2週間以上水中浸漬させた。

(2) 力学的特性に関する試験 岩石の圧縮強度および静弾性係数試験は、JSCE-G505に準じた。静弾性係数試験は、コア供試体の円周および軸方向へ各2枚のひずみゲージを貼付けて行った。

(3) 岩石の乾燥収縮ひずみの測定 岩石の長さ変化の測定は、(1)で作製したコア岩石試料を恒温槽（温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\pm 5\%\text{RH}$ ）に保存し、コンタクトゲージ法(JIS A 1129-2)とひずみゲージ法を用いて12～24週まで実施した。なお、コンタクトゲージ法は、基長を60mmまたは100mmとした。

(4) コンクリートの乾燥収縮ひずみの測定 コンクリートの配合は、W/C=55%、スランプ $10\pm 1\text{cm}$ 、空気量 $5\pm 1\%$ とした。長さ変化の測定は、JIS A 1129-2のコンタクトゲージ法に従って行った。

3. 実験結果

3.1 栃木県産岩石の特性

(1) 圧縮強度および静弾性係数 岩石の圧縮強度と静弾性係数の結果を図-2に示す。図-2において、岩石の圧縮強度は、石灰岩 119N/mm^2 、玄武岩 83N/mm^2 、硬質砂岩 $126\sim 240\text{N/mm}^2$ であって、玄武岩、石灰岩、硬質砂岩の順に大となった。また、硬質砂岩は、産地によって若干相違が認められる。静弾性係数は、 $6.325\sim 8.225\times 10^4\text{N/mm}^2$ の範囲であって、硬質砂岩が若干低い値を示した。



図-1 栃木県の碎石の採石・製造工場³⁾

表-1 粗骨材の物理的性質

岩種	密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	単位容積 重量(kg/l)	実積率 (%)	FM
硬質砂岩①	2.66	0.81	1.59	60.3	6.87
硬質砂岩②	2.70	0.49	1.63	60.7	6.88
硬質砂岩③	2.63	0.66	1.63	62.2	6.88
硬質砂岩④	2.62	0.56	1.63	61.9	6.91
石灰岩	2.76	0.77	1.62	59.2	6.91
玄武岩	2.92	0.53	1.59	54.8	6.95

※すべて最大寸法 20mm

キーワード 硬質砂岩碎石, 石灰岩碎石, 玄武岩碎石, 碎石コンクリート, 乾燥収縮

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学工学部創生工学科 TEL 0284-22-0605

(2) 乾燥収縮ひずみ 岩石の乾燥収縮ひずみの一例を図-3に示す. 図-3において, 岩石の乾燥収縮ひずみは, いずれも乾燥期間 8 週ではほぼ一定となっている. また, 乾燥期間 12 週までの岩石の乾燥収縮ひずみは, $80.0 \sim 260.8 \times 10^{-6}$ であって, 産地によって硬質砂岩に差が認められる.

3.2 コンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響

(1) 岩石の乾燥収縮ひずみとの関連性 図-4 は, 乾燥期間 12 週の岩石の乾燥収縮ひずみと乾燥期間 12 週のコンクリートの乾燥収縮ひずみとの関係を示した. 図-4 より, 硬質砂岩を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみは, $488 \sim 587 \times 10^{-6}$ であって, 岩石の乾燥収縮ひずみの大小に関わらず石灰岩および玄武岩に比べて大きくなった. したがって, 今回の実験の範囲では, 岩石とコンクリートとの乾燥収縮ひずみの間に明確な関連性を確認できなかった.

(2) 岩石の静弾性係数との関連性 図-5 は, 岩石の静弾性係数とコンクリートの乾燥収縮ひずみとの関係を示した. 図-5 より, 若干ばらつきが認められるものの, コンクリートの乾燥収縮は, 岩石の静弾性係数が大きいほど小さくなる傾向を示した. したがって, 岩石の種類や産地に関わらず, コンクリートの乾燥収縮は, 岩石の静弾性係数との関連性が非常に高いと考えられる.

4. まとめ

今回の実験で栃木県産岩石の特性とコンクリートの乾燥収縮との関連性について, 以下のことが明らかとなった.

- (1) 岩石の圧縮強度は, 玄武岩, 石灰岩, 硬質砂岩の順に大きくなった. また, 硬質砂岩の圧縮強度は, 産地によって若干の相違が認められた.
- (2) 岩石の静弾性係数は, 若干ばらつきはあるが, 硬質砂岩, 石灰岩, 玄武岩の順に大きくなった.
- (3) 岩石の乾燥収縮ひずみは, 石灰岩と玄武岩が同程度であるが, 硬質砂岩が産地によって 100×10^{-6} 程度大きくなる傾向を示した. ただし, コンクリートの乾燥収縮との関連性は, 確認できなかった.
- (4) コンクリートの乾燥収縮は, 岩石の種類に関わらず, 岩石の静弾性係数が大きいほど小さい傾向を示した.

【参考文献】

- 1) 経済産業省; 砕石動態統計調査, 経済産業省ホームページ, 2011.4
- 2) 例えば, 土木学会: 垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会最終報告書, 2008.3
- 3) 栃木の自然編集委員会編; 日曜の地学 9 栃木の自然をたずねて (築地書館), 1997

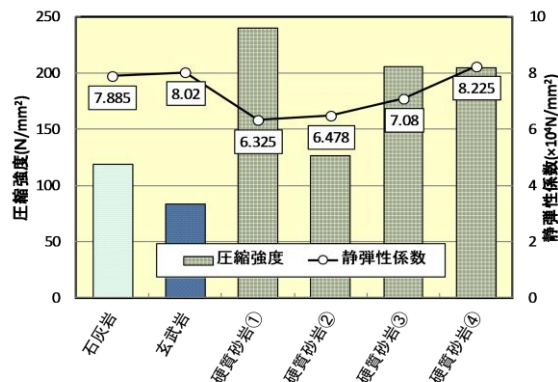


図-2 岩石の圧縮強度および静弾性係数

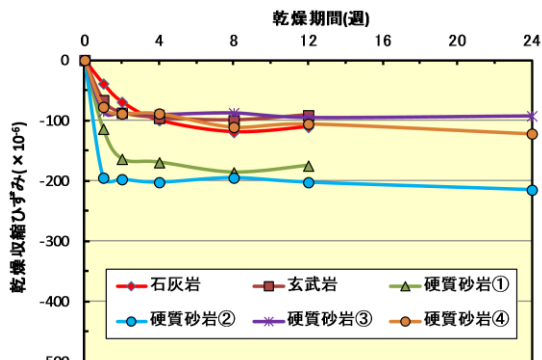


図-3 岩石の乾燥収縮ひずみ (横方向)
[コンタクトゲージ法]

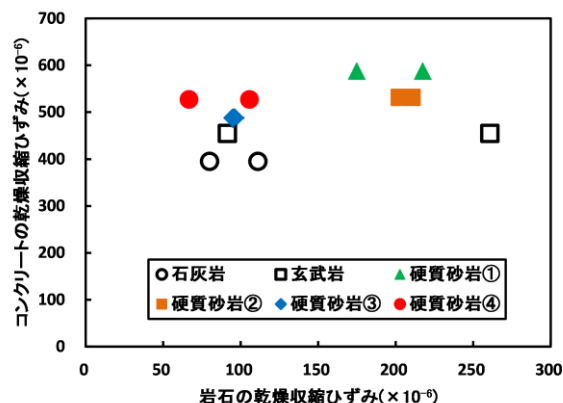


図-4 岩石の乾燥収縮ひずみとコンクリートの乾燥収縮ひずみとの関係 (12 週)

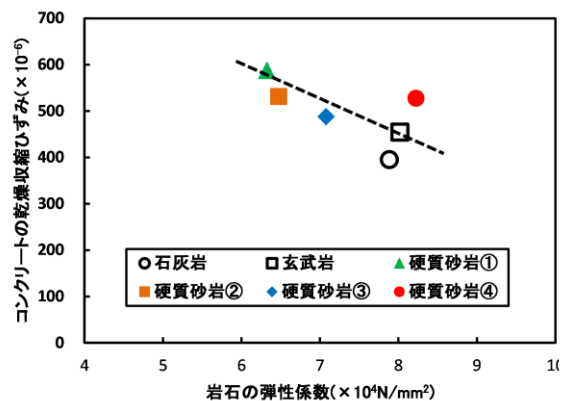


図-5 岩石の静弾性係数とコンクリートの乾燥収縮ひずみとの関係