

骨材の物理・化学的性質がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響

(公財) 鉄道総合技術研究所	正会員	○鶴田 孝司
(公財) 鉄道総合技術研究所	正会員	上原 元樹
(公財) 鉄道総合技術研究所	正会員	水野 清
(公財) 鉄道総合技術研究所	正会員	佐藤 隆恒

1. 目的

近年, 新設のコンクリート構造物において, 骨材の品質に起因した乾燥収縮ひび割れが問題となっている¹⁾. このため, 本研究では, 骨材の物理・化学的性質が乾燥収縮ひずみに及ぼす影響について検討を行った. また, 乾燥収縮ひび割れへの対策として, 骨材の性質に着目した乾燥収縮低減手法について検証を行った.

2. 骨材の物理・化学的性質とコンクリートの乾燥収縮との相関

2. 1. 試験方法

本試験で使用した骨材は, 実施工において乾燥収縮によりひび割れが生じているコンクリート構造物で使用された骨材を中心とした, 粗骨材 9 種類および細骨材 9 種類である. 測定した骨材の特性値は, 表乾密度, 吸水率, 微粒分量, 粘土塊量, 比表面積(BET 窒素吸着法および水蒸気吸着法), 細孔半径 100nm 以下の細孔容積, 吸湿率である. これらの骨材を組み合わせ, 20 種類のコンクリート供試体(100mm×100mm×400mm 角柱および 100mmφ×200mm 円柱)を, 水セメント比 50%, 単位水量 166kg/m³, 細骨材率 45%, 目標スランプ 8±2.5cm, 目標空気量 4.5±1.5%の配合で作製した. 角柱供試体は打設翌日に脱型して 7 日間水中養生した後, 温度 20±2℃, 湿度 60±5%の環境下に置き, JIS A 1129-1「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法—第1部:コンパレータ方法」に準じて 26 週までの長さ変化を測定した. また同時に作製した円柱供試体を用いて, コンクリートの圧縮強度および静弾性係数を測定した.

2. 2. 試験結果

骨材やコンクリートの各特性値と 26 週間保存後のコンクリートの乾燥収縮ひずみとの相関を図 1 に示す. 既往の研究では, 骨材の比表面積や吸水率と乾燥収縮との間に相関が見いだされている²⁾が, 本試験において使用した粗骨材では強い相関を示す特性値は無く, 細骨材では吸水率と粘土塊量に, コンクリートの特性では静弾性係数と乾燥収

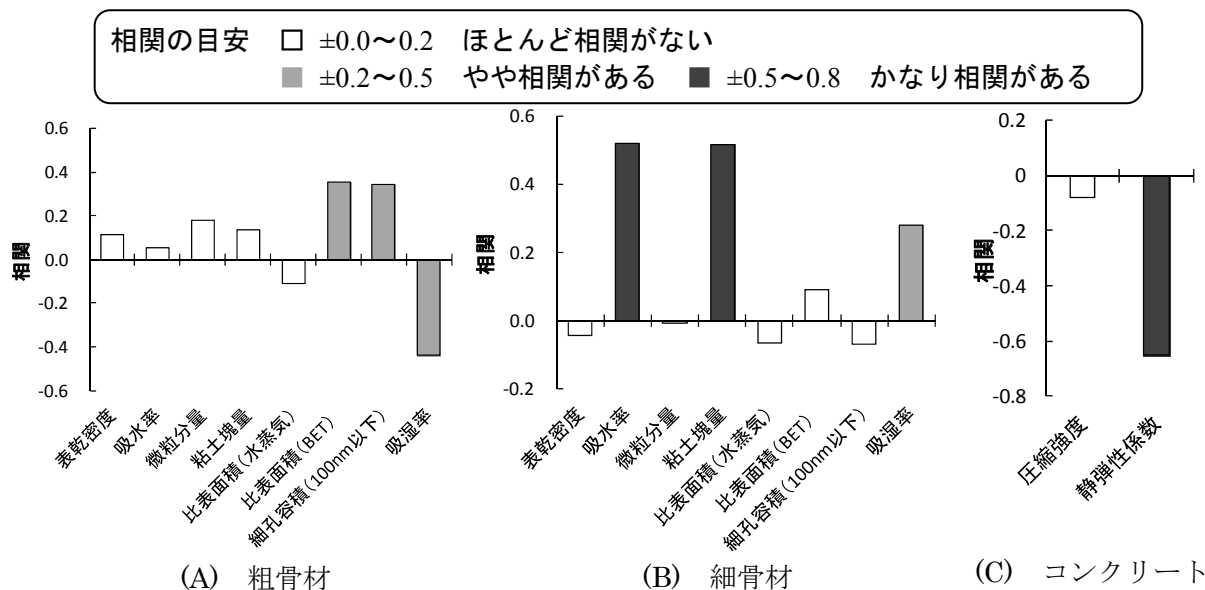


図 1 各特性値と乾燥収縮ひずみとの相関

キーワード 乾燥収縮, ひび割れ, 骨材, 粘土塊量

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

(公財)鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 コンクリート材料 TEL 042-573-7338

縮に、それぞれ相関が認められた。本試験において比表面積や粗骨材の吸水率と乾燥収縮とに相関が認められなかった理由として、既往の研究が乾燥収縮低減効果の大きな石灰石と他の骨材との間で相関を検討しているのに対し、本試験では実際に構造物でひび割れが生じた、比較的乾燥収縮が大きくなる骨材(26 週経過後の乾燥収縮ひずみ量が $700\mu \sim 890\mu$ 程度)間で相関を検討しているためと考えられる。なお、本試験において作製したコンクリートの静弾性係数と乾燥収縮とに相関が認められたこと、コンクリートの静弾性係数は粗骨材のヤング係数との相関が知られていること³⁾から、粗骨材のヤング係数と乾燥収縮に相関があることも示唆された。

3. 骨材の粘土塊量に着目した乾燥収縮抑制対策

前章の結果から、乾燥収縮と相関を有する骨材の管理項目として、従来ほとんど着目されなかった骨材の粘土塊量が挙げられた。粘土塊量は骨材を水洗することにより低減できる可能性があるため、それにより、コンクリートの乾燥収縮が抑制される可能性がある。そこで、骨材の水洗による粘土塊量の低減と、コンクリートの乾燥収縮ひずみの低減効果について検証を行った。

3. 1. 試験方法

本試験で使用した骨材は、それぞれ粘土塊量の高い粗骨材および細骨材について、そのまま使用したもの(以下、未洗浄)および、JIS A 1103「骨材の微粒分量試験方法」における方法に準じて水洗を行い、粘土塊分を洗い流して使用したもの(以下、洗浄)である。これらの骨材を用いて①粗骨材、細骨材とも未洗浄、②粗骨材のみ洗浄、③粗骨材、細骨材ともに洗浄、の3通りの組み合わせで、前章と同じ配合にて $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ の角柱供試体を作製し、打設翌日に脱型して7日間水中養生した後、温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 5\%$ の環境下に置き、JIS A 1129-1 に準じて12週までの長さ変化を測定した。

3. 2. 試験結果

未洗浄骨材および洗浄骨材の粘土塊量測定結果を表1に示す。水洗を行うことにより、粗骨材で4割程度、細骨材で6割程度の粘土塊量を低減できることがわかった。

乾燥収縮試験の測定結果を図2に示す。①に比べて、②および③は乾燥収縮ひずみ量が小さくなり、③では12週での乾燥収縮ひずみ量が 112μ 小さくなることがわかった。この値は、既存の乾燥収縮対策に用いられる収縮低減剤による乾燥収縮ひずみ量の低減量(12週で約 100μ)と同程度であった。このことから、粘土塊量が多い骨材の場合には、粗骨材、細骨材ともに、洗浄することによりコンクリートの乾燥収縮を抑制できることがわかった。

4. まとめ

(1)コンクリートの乾燥収縮と相関の高い骨材の物理・化学的特性は、細骨材の吸水率、粘土塊量であることがわかった。このうち粘土塊量は、今まで着目されておらず、測定されていない事例も少なからずあるが、今後、骨材の管理パラメータとして活用できる可能性があることを見いだした。

(2)骨材の性質に着目した乾燥収縮ひび割れ発生対策法として、粘土塊量が多い骨材の場合には、骨材を洗浄することにより、コンクリートの乾燥収縮を抑制できることがわかった。

参考文献:

- 1)土木学会コンクリート委員会 垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会 最終報告書, 2010.03
- 2)濱 幸雄他, 各種骨材を用いたモルタル・コンクリートの乾燥収縮特性, 日本コンクリート工学協会「コンクリートの収縮特性評価およびひび割れへの影響」に関するシンポジウム論文集, pp.25-28, 2010
- 3)兵頭彦次他, 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, 土木学会第64回年次学術講演会, V-435, pp.867-868, 2009

表1 洗浄および未洗浄骨材の粘土塊量(%)

	粗骨材	細骨材
洗浄	1.79	0.39
未洗浄	2.83	0.97

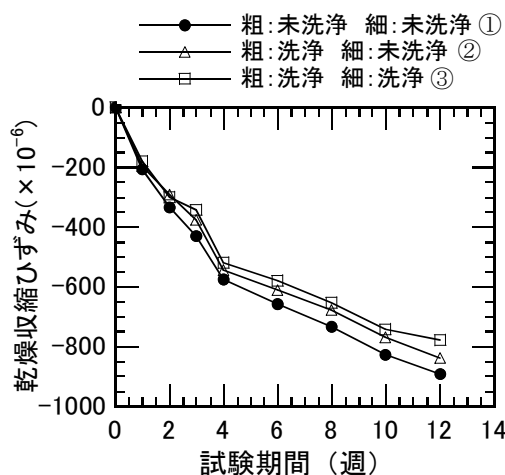


図2 骨材の洗浄の有無によるコンクリートの乾燥収縮試験結果