

砕石の特性がコンクリートの品質に及ぼす影響

鹿島建設 正会員 ○石塚喜望、首都大学東京大学院 正会員 上野敦
東京都立大学 佐野美由紀、首都大学東京大学院 正会員 宇治公隆

1. はじめに

現在、環境保護に対する関心の増大や、河川系天然骨材資源の涸渇によって、コンクリート用骨材が砕石や砕砂に移行している。しかし、その品質とコンクリートの特性の関係はそれほど明確となっていない¹⁾。

本研究は、比較的品質とされる砕石から高品質とされる砕石までを対象として、コンクリートの諸特性に影響を及ぼす、砕石母岩の特性および砕石の特性の明確化、また、これら相互の関係の明確化を目的としたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは密度 3.16g/cm^3 の普通ポルトランドセメントを、細骨材には砂岩砕砂（密度： 2.70g/cm^3 ）と山砂（密度： 2.61g/cm^3 ）を質量比 8:2 で混合したものを使用した。粗骨材は、表 1 に示すとおり、吸水率の異なる 10 種類の砕石を用いた。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの容積配合を、表 2 に示す。W/C を 0.5、0.6、0.32 とし、強度水準の異なるコンクリートを作製した。配合においては、粗骨材の影響を明確にするため、各水セメント比ごとに単位粗骨材絶対容積を一定としている。

2.3 粗骨材と母岩の特性試験

各砕石の絶対乾密度、吸水率、単位容積質量、実積率、粒度分布、粒形判定実積率はそれぞれ JIS に準拠して測定した。また、BS812-110 に準拠して、400kN 破砕値を測定した。加えて、 $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ のコア供試体を用いて、砕石母岩の圧縮強度、静弾性係数、乾燥収縮率を測定した。なお、T と Q は、母岩コアが入手できなかったため試験は行っていない。

各砕石を用いて作製したコンクリートについて、スランプ試験、スランプフロー試験（W/C=0.32）を行い、20℃水中養生下での圧縮、引張強度および静弾性係数を、材齢 7、28、91 日で測定した。そして、水中養生 7 日後に基長を設定した供試体を、20℃ 60% RH の恒温恒湿室内に保管し、乾燥収縮率の試験を JIS A 1129-2 に準拠して実施した。

3. 結果および考察

3.1 母岩コアと砕石の特性

母岩コアの圧縮強度は、平均値が $100 \sim 300\text{N/mm}^2$ 程度であった。これは、通常の強度のコンクリートにおいて、骨材がコンクリートの破壊に対して支配的な要因とならない強度水準である。図 1 に示すとおり、母岩コアの圧縮強度が大きいと、砕石の 400kN 破砕値が小さくなる傾向となる。また、母岩コアの静弾性係数が大きいと、砕石の吸水率および 400kN 破砕値が小さくなる結果となった。これは、母岩コアの静弾性係数が、岩石としての組織の密実さを顕著に反映しており、密実な岩石から製造した砕石は、密実かつ破砕されにくいものとなることを示していると考えられる。また、400kN 破砕値が大きいと、吸水率が大きくなり、粒形

表 1 粗骨材の諸元

記号	岩種	産地	吸水率 (%)	表乾密度 (g/cm^3)	絶対乾密度 (g/cm^3)
HS1	硬砂岩	東京都	0.48	2.66	2.65
HS2	硬砂岩	埼玉県	0.62	2.72	2.71
HS3	硬砂岩	栃木県	0.67	2.58	2.57
HS4	硬砂岩	東京都	0.68	2.60	2.58
S5	砂岩	神奈川県	0.79	2.65	2.63
G	花崗閃緑岩	山梨県	0.90	2.70	2.68
A	安山岩	山梨県	1.26	2.67	2.63
SS	軟砂岩	東京都	1.92	2.62	2.57
T	凝灰岩	神奈川県	2.05	2.60	2.54
Q	石英粗面岩	兵庫県	2.97	2.55	2.48

表 2 配合表

Gmax (mm)	air (%)	W/C	s/a	単位容積 (g/m^3)				
				W	C	S(粗目)	S(細目)	G
20	4.5	0.32	0.45	162	160	226	59	393
20	4.5	0.50	0.40	165	104	218	56	456
20	4.5	0.60	0.42	165	87	235	61	453

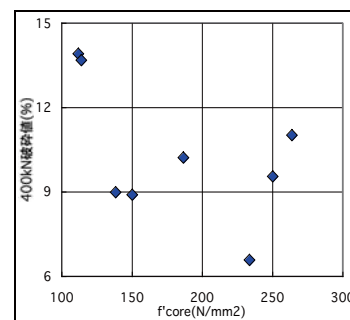


図 1 母岩コアの強度と 400kN 破砕値

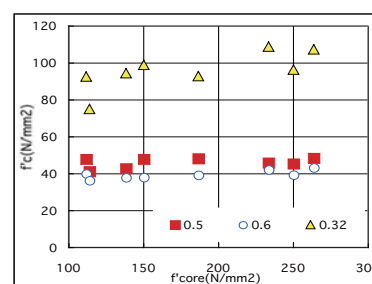


図 2 母岩コアとコンクリートの強度

キーワード：砕石、母岩コア、破砕値、ヤング率、吸水率

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京都市基盤環境工学専攻 TEL0426-77-2777

判定実積率が小さくなる結果となった。これは、400kN 破砕値には、粒子自体の密実さに起因する強さと、粒子形状の影響も含まれていることを示していると考えられる。

3.2 碎石の品質とコンクリートの特性

コンクリートの圧縮強度と母岩コアの圧縮強度の関係を図2に示す。コンクリートの圧縮強度が 70N/mm^2 を超える高強度域において、母岩の圧縮強度が増加するにしたがって、コンクリートの圧縮強度が増加するとわかる。これはモルタル相の強度が高い場合に、粗骨材強度がコンクリート強度の支配相となることを示している。また、母岩コアの弾性係数が増加すると、コンクリートの静弾性係数は増加する結果となった。そして、図3に示すとおり、乾燥91日におけるコンクリートの乾燥収縮率も、母岩の弾性係数の影響を顕著に受けることがわかる。これらの結果は、粗骨材の変形抵抗性がコンクリートの変形性に顕著に影響することを示している。

母岩コアの入手は一般に困難であるため、母岩コアの特性と粗骨材の吸水率および400kN 破砕値を指標として、コンクリートの圧縮強度、静弾性係数、乾燥収縮率を整理することとした。図4に示すように、コンクリートの圧縮強度が 70N/mm^2 を超える高強度域において、吸水率が大きくなると、コンクリートの強度が低下する。そして、400kN 破砕値についても、吸水率と同様の傾向が見られた。これは、粗骨材粒子中の空隙量および砕けやすい軟粒子の混入割合もしくは骨材の粒子強度が、コンクリートとしたときの強度に影響を及ぼすためと考えられる。

コンクリートの静弾性係数と400kN 破砕値の関係を図5に示す。コンクリートの強度水準に関わらず、400kN 破砕値が大きくなると、コンクリートの静弾性係数が低下することがわかる。吸水率を指標とした場合も、同様の傾向が見られた。これは、砕けやすい骨材や多孔質の骨材が変形しやすいことによると考えられる。

乾燥91日におけるコンクリートの乾燥収縮率と400kN 破砕値との関係を、図6に示す。400kN 破砕値が大きくなると、乾燥収縮率が増加する傾向にある。これも、前述の静弾性係数の場合と同様に、粗骨材が変形しやすいことにより、セメントペースト相の変形を拘束する効果が小さくなるためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 母岩コアの静弾性係数が大きいと、粗骨材の吸水率と400kN 破砕値が小さくなる。
- (2) 吸水率の増大、粒形判定実積率の減少にともない、400kN 破砕値は増加する。
- (3) 高強度域において、コンクリートの強度に対する母岩コアの強度、粗骨材の吸水率および400kN 破砕値の影響が顕著となる。
- (4) コンクリートの静弾性係数に対して、母岩コアの静弾性係数、粗骨材の吸水率および400kN 破砕値の影響が顕著となる。
- (5) コンクリートの乾燥収縮率に対しては、粗骨材の吸水率と400kN 破砕値の影響が大きい。
- (6) 粗骨材の吸水率と400kN 破砕値は、入手が困難な母岩コアの物性値に代わり、粗骨材がコンクリートに及ぼす影響を示す指標となる可能性が高い。

謝辞：試料の提供にあたり、社団法人日本砕石協会関東地方本部に協力をいただきました。

参考文献：1) 日本コンクリート工学協会：骨材の品質と有効利用に関する研究委員会報告書、2007

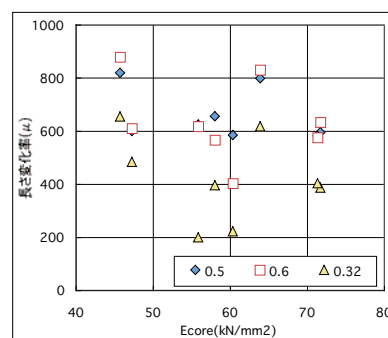


図3 コンクリートの乾燥収縮率と母岩コアの弾性係数

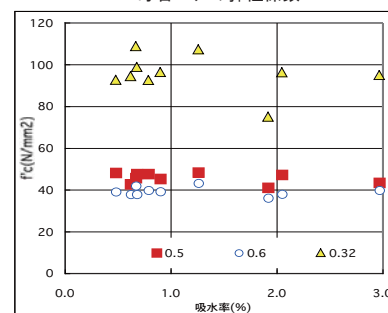


図4 吸水率とコンクリートの強度

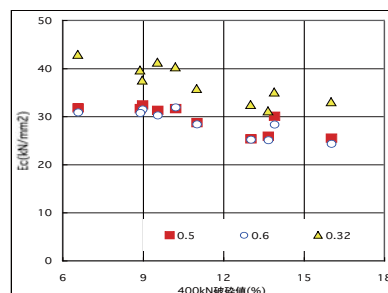


図5 400kN 破砕値とコンクリートの弾性係数

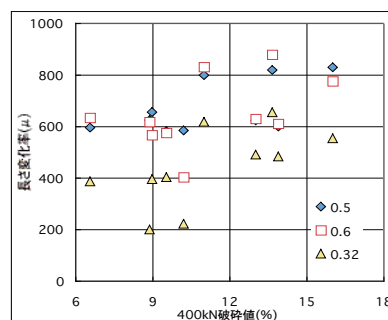


図6 400kN 破砕値とコンクリートの長さ変化率