

コンクリートの変形特性に及ぼす粗骨材品質の影響について

九州産業大学 正員 ○ 宮川 邦彦
同 正員 佐藤 武夫

1. まえがき

コンクリート用粗骨材は河川産骨材の枯渇に伴い、最近その大半を砕石に頼っているが、砕石は生成過程や造岩鉱物などの違いでその品質や物性が大幅に相違する。しかしながら、コンクリート構造物の設計に際しては、そのような骨材品質の違いがコンクリートの諸特性、特に変形特性に及ぼす影響については殆ど考慮されていないのが現状である。また、コンクリート構造物の耐久性低下や早期劣化が近年大きな社会問題となっているが、このような問題を改善するためには、コンクリート容積の4～5割を占める粗骨材の品質を十分に検討し、設計や施工に反映させるべきであろう。

本研究では、新北九州空港連絡橋の建設に際して、同地区の生コン工場で実際に使用されている粗骨材5種類と福岡市地区の粗骨材1種類を用い、粗骨材の違いがコンクリートの諸特性に及ぼす影響について基礎的実験を行った。以下に実験概要および結果について報告する。

2. 実験概要

本実験では、セメントに普通ポルトランドセメント、細骨材に海砂、粗骨材に表-1に示す6種類の砕石を用い、単位水量 $W=180\text{kg/m}^3$ 、単位セメント量 $C=360\text{kg/m}^3$ 、単位粗骨材容積 $g=0.40\text{m}^3/\text{m}^3$ 、目標空気量 $A=4.0\%$ とした同一配合のコンクリートを打設し、粗骨材の違いがコンクリートの力学諸特性(強度、ヤング係数、乾燥収縮、クリープなど)に及ぼす影響を検討した。なお、コンクリートの練り混ぜには強制ミキサを用い、圧縮、引張強度およびヤング係数の各試験には $\phi 10\times 20\text{cm}$ 円柱供試体を、曲げ強度試験には $10\times 10\times 40\text{cm}$ 角柱供試体を用いて所定の材令で試験した。クリープ試験は、材令28日まで標準養生を行った $\phi 15\times 30\text{cm}$ 円柱供試体を用い、恒温実験室内(温度 $20\pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $65\pm 5\%$)で約 90kgf/cm^2 の一定軸圧縮力を持続载荷し、供試体中心部に埋設した埋め込み型ひずみゲージでひずみの経日変化を実測した。また、同時に乾燥収縮ひずみを調べるため、同一寸法の無载荷供試体のひずみ変化も実測した。

表-1 使用粗骨材の諸物性

	石灰岩	混合岩	砂岩A	花崗岩	砂岩B	結晶片岩
表乾比重	2.70	2.69	2.74	2.69	2.73	2.84
吸水率%	0.48	1.07	0.32	0.64	0.50	1.15
粗粒率	6.34	6.40	6.94	6.88	6.76	6.65
実績率%	61.0	57.4	59.4	58.6	57.1	57.9

注). 混合岩:石英斑岩・硬質砂岩の混合 砂岩:硬質砂岩

3. 実験結果および考察

表-2にフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの実測結果を示す。同表からわかるようにスランプや空気量の実測値に若干の差異がみられるが、これは、打設時の材料計量誤差や骨材の表面水率試験の誤差などの他、主に使用した粗骨材の粒度や粒形の違いに起因するものと考えられる。また、粗骨材の違いにより材令28日の圧縮、引張および曲げ強度に1割程度の差異がみられるが、

表-2 コンクリートの諸特性

岩種	石灰岩	混合岩	砂岩A	花崗岩	砂岩B	結晶片岩	平均値
Slu	15.7	11.8	16.6	15.0	12.9	9.8	13.6
Air	4.8	4.6	3.2	4.0	3.7	4.0	4.1
f'c	360	348	346	314	351	341	343
ft	31.6	32.9	29.7	32.2	31.2	30.7	31.4
fb	54.6	54.0	50.3	48.0	48.3	52.3	51.3
Ec	3.28	2.94	3.42	2.68	3.22	2.83	3.06
εsh	346	758	394	428	448	609	498
φt	2.17	2.15	2.07	2.00	2.08	2.05	2.09

注). Slu:スランプ(cm) Air:空気量(%)

f'c:圧縮強度 ft:引張強度 fb:曲げ強度(kgf/cm²)

Ec:ヤング係数($\times 10^5\text{kgf/cm}^2$) εsh:100日後の乾燥収縮($\times 10^{-6}$)

φt:100日後のクリープ係数

この程度の強度差は主に供試体内部の不均質性及び締固め状態などの試験誤差に起因するもので、粗骨材自体の違いによる影響は殆どなかったものと考えられる。一方、同表に示すように材令28日のヤング係数と測定日数100日後の乾燥収縮ひずみは使用した粗骨材で大幅に相違することがわかる。特に乾燥収縮ひずみは粗骨材の違いで2倍以上も異なっており、しかもその値はコンクリート標準示方書に規定されている特性値より相当大きいことがわかる。

図-1はヤング係数と粗骨材の吸水率との関係を示している。図示するように花崗岩碎石の結果を除外すれば、両者には強い負の相関関係がみられる。また、図-2は乾燥収縮ひずみと粗骨材の吸水率との関係であるが、両者間にもヤング係数程ではないが強い正の相関関係がみられる。従来、コンクリートの乾燥収縮ひずみは主にセメントペースト部で生じるものであり、骨材自体の品質にはあまり影響されないと言われてきたが、図示するようにその影響を無視し得ないことがわかる。このようにコンクリートの変形特性は使用粗骨材の品質で大幅に相違する。したがって、コンクリート構造物を設計する際には、このような特性値の違いを適切に考慮すべきである。特に乾燥収縮ひずみはひびわれ発生の一因であるため、水密性及び耐久性に優れた構造物を建設するためには特にこの点に留意すべきであろう。図-3は測定日数100日後のクリープ係数と粗骨材の吸水率との関係であるが、両者には殆ど相関がみられない。これは、クリープ係数が持続期間中のクリープひずみを載荷時の弾性ひずみで除しているためであり、クリープひずみ自体には粗骨材の違いによる影響が明らかにみられる。なお、現時点でのクリープ係数の平均値が2.1であることから判断すると、最終値は標準示方書の特性値よりかなり大きくなることが予想される。

3. まとめ

本研究では、粗骨材の品質がコンクリートの変形特性に及ぼす影響について基礎的実験を行ったが、以下にその結果を要約する。

- (1). 本実験に使用した程度の粗骨材品質および配合条件であれば、従来の研究成果と同様、コンクリートの強度特性には殆ど影響しない。
- (2). コンクリートのヤング係数と粗骨材の吸水率とは強い負の相関関係がみられる。
- (3). コンクリートの乾燥収縮ひずみと粗骨材の吸水率とは正の相関関係がみられる。
- (4). コンクリートのクリープ係数と粗骨材の吸水率とは殆ど相関がみられない。

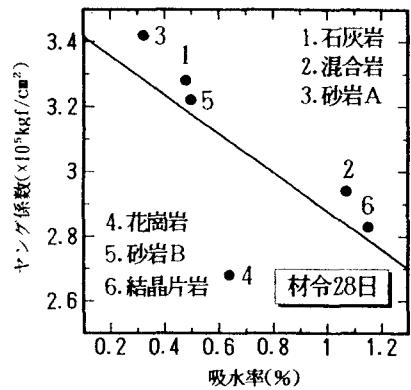


図-1 ヤング係数と吸水率の関係

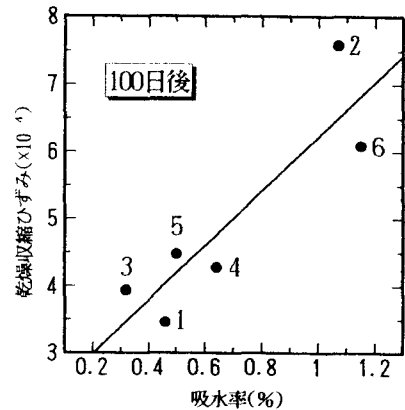


図-2 乾燥収縮と吸水率の関係

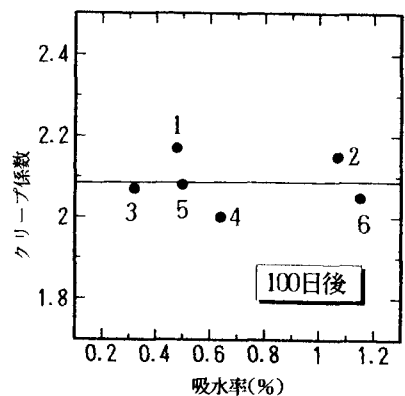


図-3 クリープ係数と吸水率の関係