

骨材の寸法および種類がセメント硬化体の乾燥収縮に及ぼす影響に関する一考

名古屋工業大学 学生会員 小幡 雄一郎 名古屋工業大学大学院 正会員 吉田 亮
 名古屋工業大学 正会員 吉田 亮 名古屋工業大学大学院 フェロー 梅原 秀哲
 名古屋工業大学大学院 正会員 小幡 雄一郎 名古屋工業大学大学院 フェロー 梅原 秀哲
 名古屋工業大学大学院 正会員 吉田 亮 名古屋工業大学大学院 フェロー 梅原 秀哲

1. はじめに

近年、骨材自体の収縮がコンクリートの乾燥収縮増大に大きな影響を及ぼすと明らかにされ、骨材の比表面積とコンクリートおよび骨材の収縮率には高い相関があると示した研究結果が報告されている¹⁾²⁾。また、コンクリートの変形に対しては骨材のヤング係数も関与すると考えられているが、それらの関係を定量的に示すことに至っていない。骨材の比表面積およびヤング係数はどちらも骨材の空隙構造に依存しており、空隙構造は骨材の寸法によって変わる可能性があると考えられる。そこで本研究では、骨材の寸法および種類を変えることで、コンクリートの乾燥収縮に与える影響について比較検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

供試体は普通ポルトランドセメント、水道水を使用し作製した。また、空気を極力排除するために消泡剤を用い、ブリージングを抑制するために増粘剤(C×0.3%)を添加した。

骨材は収縮量の小さいと予想される石灰岩、収縮量が大きいと予想される輝緑岩を用いた。骨材の寸法は表-1に示すように、各種5種類の単一粒径とそれぞれの単一粒径を混合させたMIXを合わせた計12種類を用いた。骨材の物性と配合を表-2に示す。単位水量および単位セメント量は一定で、骨材中の水分も含めてセメント硬化体中の水分量を一定とした。また、MIXを基準とし、MIXの細粗骨材の合計容積をその他の骨材の全容積として置換することで骨材容積も一定とした。

同一水セメント比で打設したコンクリートを本実験で打設したセメント硬化体との比較対象として、一般的な粒度分布の石灰岩と輝緑岩を用いたコンクリート供試体を上記と同じ条件によって作製した。

表-1 骨材の寸法

種類	骨材寸法 (mm)	MIX比率 (%)
石灰岩 輝緑岩	0.15~0.6	22.5
	0.6~2.5	22.5
	2.5~5.0	5
	5.0~13	25
	13~20	25
	MIX	

表-2 物性と配合

種類	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
				W	C	S or G
石灰岩	2.70	0.30	50	331	662	1215
輝緑岩	2.89	0.62	50	331	662	1301

2.2 圧縮強度試験および乾燥収縮試験

供試体は圧縮強度試験用の円柱供試体φ10×20cmと、乾燥収縮試験用の角柱供試体10×10×40cmを作製した。それぞれ打設24時間後に脱型し、材齢7日まで水中養生を行った後に、各測定材齢まで温度20±3℃、湿度60±5%の室内で養生した。圧縮強度試験はJIS A 1108-2006に、乾燥収縮はダイヤルゲージ法JIS A 1129-3-2001に準拠して行った。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度と骨材寸法の関係

圧縮強度試験の結果を図-1に示す。骨材寸法が大きいほど圧縮強度は低くなった。これは骨材寸法が大きくなると、遷移帯が厚くなり骨材界面に脆弱な部分が増えるためである。また、寸法が大きい骨材を用いると骨材の全表面積が減少し、ペーストと骨材界面における応力が増大していることも考えられる。

石灰岩、輝緑岩ともに表-1 の比率で混合した MIX の圧縮強度は寸法(0.6~2.5)と(2.5~5.0)の間に相当している。これは、細かい寸法の骨材は遷移帯が薄いこと、寸法のオーダーが異なる骨材が入ることによる間詰め効果の影響であると考えられる。MIX よりさらに粒度が良好な粒度分布の骨材を使用したコンクリートでは、MIX よりも圧縮強度が大きくなっている。

3.2 収縮ひずみと骨材寸法の関係

各種セメント硬化体の長さ変化を図-2、図-3 に示す。骨材の種類によらず骨材の寸法が小さいほど収縮量が大きいことがわかる。このことは骨材の寸法が小さいほどセメントペーストの収縮を拘束する力が弱いことを示唆している。

また、石灰岩と輝緑岩で各寸法間の収縮量の差に違いが観察される。この差は収縮が寸法によるセメントペーストの収縮の拘束だけに起因するのではなく、骨材自体の収縮抵抗性にも起因することを意味し、骨材の空隙構造の違いによって説明できると考える。骨材の空隙構造分析は今後の研究課題とする。

どちらも MIX の値は圧縮試験と同じように寸法(0.6~2.5)と(2.5~5.0)の間に相当しており、コンクリートとの差は乾燥材齢 4 週の時点で 300μ 程度である。また、一般的な粒度分布のコンクリートの収縮量はどちらも寸法(5.0~13)と(13~20)の間に相当する。粒度分布がコンクリートの収縮量に及ぼす影響も確認できる。

骨材の寸法に対し、圧縮強度と乾燥収縮の逆の傾向が得られたことには、圧縮強度と乾燥収縮に対する遷移帯または骨材周りにおけるセメントペースト要素の抵抗性の相違に起因すると考える。載荷荷重の大きな圧縮試験において遷移帯は脆弱部となるが、乾燥収縮では遷移帯を含むセメントペースト要素が荷重に追従し変形すると考えられる。

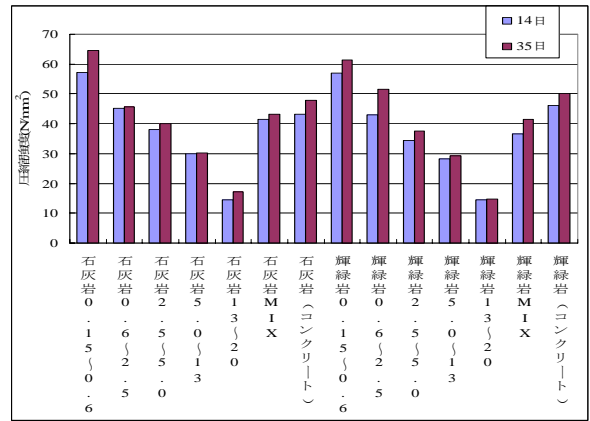


図-1 骨材の寸法と圧縮強度の関係

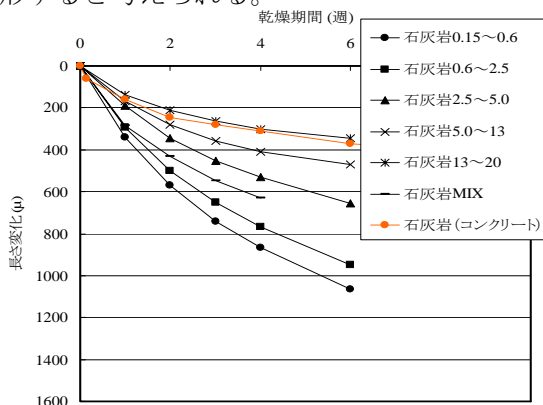


図-2 骨材の寸法とセメント硬化体の長さ変化の関係 (石灰岩)

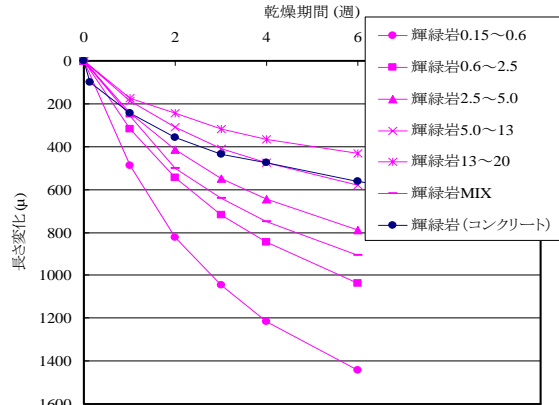


図-3 骨材の寸法とセメント硬化体の長さ変化の関係 (輝緑岩)

4. まとめ

- (1) 遷移帯の影響により、骨材寸法が小さいほど圧縮強度は大きくなる。
- (2) 骨材寸法が小さいほど収縮ひずみは大きくなる。
- (3) 骨材種類で各寸法間の収縮量の差に違いがあるのは、骨材自体の収縮特性によると推察される。

謝辞：本研究の実施にあたって、竹本油脂株式会社的小林竜平氏、梶原教裕氏、また名古屋工業大学大学院の矢野智也氏、名古屋工業大学の上田仁氏には多大なるご協力を頂きました。ここに記して深く謝意を表します。

参考文献

1) 後藤幸正, 藤原忠司：コンクリートの乾燥収縮に及ぼす骨材の影響, 土木学会論文報告集, 第 286 号, 1979.
 2) 今本啓一, 石井寿美江, 荒井正直：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, No.606, 2006.