

コンクリートの弾性変形挙動における粗骨材のひずみ挙動に関する研究

摂南大学大学院 学生員 ○檜田 篤志
 摂南大学 正会員 熊野 知司
 佐藤工業(株) 正会員 藤原 正佑

1. まえがき

コンクリートの配合設計において強度の設計は水セメント比によって決定する体系が構築されている。一方、コンクリートの弾性係数や乾燥収縮といった変形挙動に関しては、配合要因から決定する手法が確立されておらず、現在、様々な研究が進められている。これらの研究では、骨材とモルタルあるいは骨材とセメントペーストとの付着を仮定したモデルが検討されているが、これらのモデルによる配合設計法を確立するためには、骨材とモルタルの界面のひずみ挙動を評価することが必要となる。そこで骨材中に埋込み型ひずみゲージを設置する手法を用いて骨材とモルタルのひずみ挙動の評価を行った。本論文は一連の検討結果を報告するものである。

2. 実験概要

セメントに普通ポルトランドセメント、細骨材には川砂(揖斐川産)、粗骨材には砂岩(茨木産)と石灰岩(伊吹産)の2種類を使用した。

表-1に実験計画を示す。骨材の粒径を10~20mm(15mmと呼ぶ)、20mm~30mm(25mm)および30mm~40mm(35mm)の3水準とし、W/Cは30~60%の間で10%ごとに4水準とした。図-1に供試体の模式図を示す。供試体はφ100×200mmとした。载荷は、アムスラー型耐圧試験機により行った。骨材のひずみは検長1mmの埋込み型の超小型ひずみゲージにより測定し、コンクリート供試体のひずみはコンプレッソメーターで測定した。

3. 結果および考察

(1) 応力~ひずみ挙動と骨材のひずみ挙動

図-2に応力~ひずみ関係の一例を示す。図より、砂岩の場合は応力が小さい範囲ではコンプレッソメーターのひずみと粗骨材のひずみは大差ないが、応力が大きくなるにつれてひずみの差が生じる傾向が見られる。ただし、骨材のひずみは骨材の弾性係数から予想されるひずみより大きく、コンプレッソメーターによる供試体のひずみとの中間的な挙動となった。石灰岩の場合も同様に始めコンプレッソメーターのひずみとほぼ同等であるが、ある応力を超えて急激にひずみの増加が無くなり、骨材自身の弾性係数の挙動に近くなることを示している。

(2) 骨材の粒径がひずみに与える影響

平均応力と骨材のひずみの関係の傾き A_G とコンクリートの弾性係数 E_C との比率 R_C を用いて粗骨材とモルタルマトリクスの付着状態を評価することにした。

$$R_C = A_G / E_C \quad (1)$$

表-1 実験計画

W/C (%) \ 粒径 (mm)		15	25	35
砂岩	30	○	○	○
	40	○	○	○
	50	○	○	○
	60	○	○	○
石灰岩	30	○	○	○
	40			
	50	○	○	○
	60			

内部モルタルひずみ

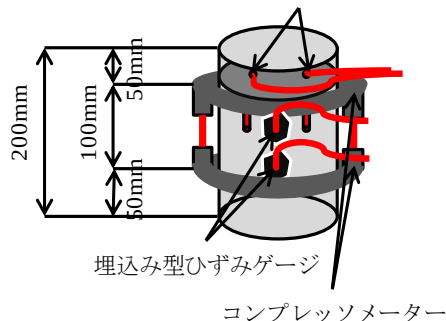


図-1 供試体の模式図

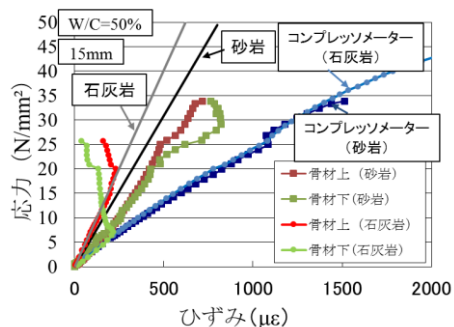


図-2 応力~ひずみ関係

キーワード コンクリート, モルタル, 粗骨材, 弾性係数, ひずみ挙動

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 摂南大学 TEL072-839-9106

図-3 に式 (1) で求めた $W/C=30\%$ の場合の骨材の粒径と R_c の関係を示す。砂岩において R_c の平均値は、粒径が大きくなるにつれて大きくなる傾向が見られた。 R_c が大きいということは骨材とモルタルの間のひずみの差が大きく、はく離が大きいのことを示す代用特性と考えられ粒径が大きくなると粗骨材とモルタルのはく離が大きくなる傾向にあると考えられる。一方、石灰岩の場合には、ばらつきがあるが、 R_c は粒径に関わらず $R_c=1$ に近づく傾向となった。図-4 に BET 比表面積と R_c との関係を示す。図より、BET 比表面積が小さくなると R_c が大きくなる傾向にある。これら 2 つの評価方法によりばらつきはあるが、粒径が小さく、比表面積が大きくなると骨材とモルタルのはく離の程度が小さくなるといえる。Torben¹⁾らはコンクリートの弾性係数の測定結果から逆解析を行い、コンクリートの弾性係数の推定には骨材とモルタルの付着は完全であるとは言えないと述べている。特徴的な傾向としては、 $W/C=30\%$ の場合の石灰岩の R_c が 1.0 付近に近づくことである。既往の研究によると、石灰岩はセメントとの間でわずかながらも化学反応が生じている可能性が指摘されている²⁾。 W/C が小さい領域における R_c の傾向は物理的な要因だけではなく、化学的な要因があることが考えられる。

図-5 に W/C と R_c との関係を示す。図よりいずれの場合も W/C が小さいと R_c は小さく、 W/C が大きくなるにつれて R_c は大きくなるのがわかる。

図-6 に 3 時間後ブリーディング率を示す。図より W/C が大きくなると 3 時間後のブリーディング率が大きくなり、 W/C が大きくなるにつれてはく離の程度が大きくなる原因は W/C の増大によるブリーディングの増加が関係していると考えられる。

4. まとめ

本研究によって得られた成果を以下に列挙する。

- (1) 砂岩も石灰岩もはじめは同じひずみ挙動を示すが、応力が大きくなるにつれてモルタルのひずみとは異なる挙動を示す傾向がみられた。
- (2) 粗骨材の粒径が小さく、すなわち比表面積が大きくなると、骨材とモルタルとのはく離の程度が小さくなる。 W/C が大きくなるとブリーディング量が増加し、はく離の程度が大きくなる原因と考えられた。

<参考文献>

- 1) Torben c. Hansen : Influence of Aggregate and Voids on Modulus of Elasticity of Concrete, Cement Mortar, and Cement Paste, JOURNAL OF THE AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Title No.62-11, pp.193-216, 1965.2.
- 2) 川原好恵, 森野奎二 : 高強度セメントペーストと骨材との界面性状, 愛知工業大学, 平成 7 年度土木学会年次学術講演会, pp639-640, 1995

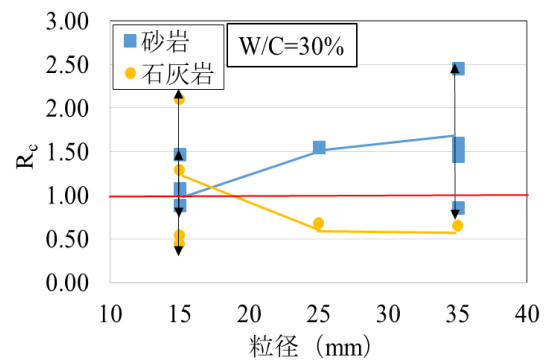


図-3 骨材粒径と R_c との関係

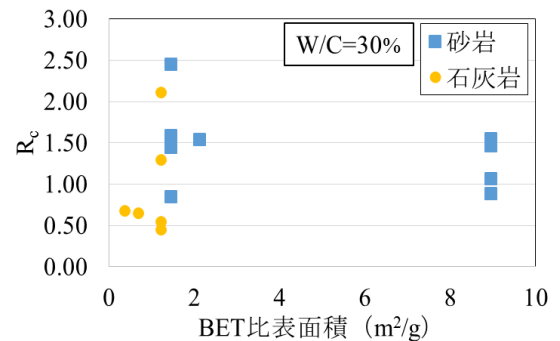


図-4 BET 比表面積と R_c との関係

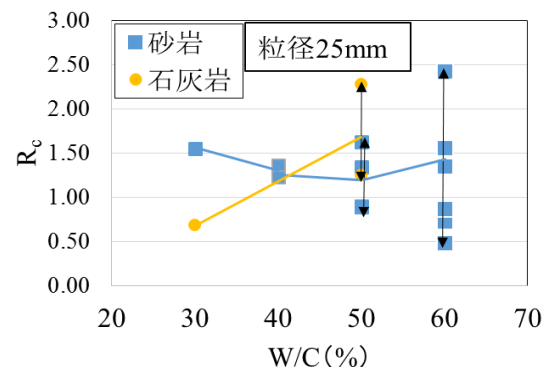


図-5 W/C と R_c との関係

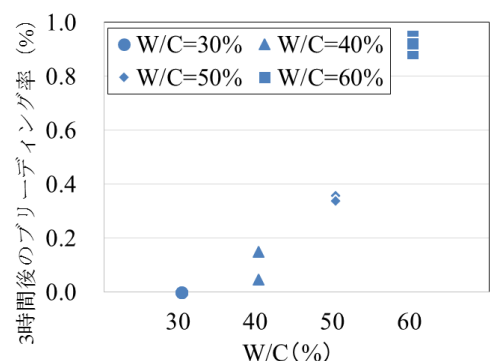


図-6 3 時間後のブリーディング率