

骨材の弾性係数および乾燥収縮ひずみの評価に関する一検討

摂南大学大学院 学生員 ○陰山 恵子
 摂南大学 正会員 熊野 知司
 大阪産業大学 正会員 高見 新一

1. はじめに

近年、コンクリートのひび割れを抑制する観点から土木学会や建築学会はコンクリートの乾燥収縮ひずみに関する限界値の目安を示している。一方で、河川産の天然骨材が採取制限され、砕石、砕砂の使用が拡大しているが岩種によってはコンクリートの乾燥収縮量が增大する例が報告されている¹⁾。このような状況下において、骨材の物性値からコンクリートやモルタルの乾燥収縮ひずみを推定する手法として複合モデル²⁾が注目されている。複合モデルを用いてコンクリートの乾燥収縮を推定する場合には、構成材料であるセメントペーストおよび骨材の弾性係数と乾燥収縮量を把握することが必要となる。本検討では、このうち骨材に着目し、骨材自身の基本的な物性から弾性係数および乾燥収縮ひずみを評価することを試みた。

表-1 コアの密度および吸水率

	石英斑岩	砂岩B	砂岩C	砂岩D	結晶質石灰岩	非結晶質石灰岩
表乾密度 (g/cm ³)	2.57	2.63	2.61	2.63	2.69	2.70
絶乾密度 (g/cm ³)	2.55	2.63	2.57	2.62	2.68	2.70
吸水率 (%)	0.83	0.17	1.37	0.23	0.20	0.07
気乾含水率 (%)	0.35	0.13	0.87	0.18	0.02	0.03

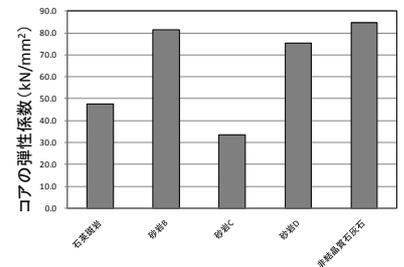


図-1 コアの弾性係数

2. 実験概要

供試体は、石英斑岩、砂岩3種類、石灰岩2種類の岩石コア(約φ30×60mm)とした。表-1にコアの密度および吸水率を示す。乾燥収縮ひずみは骨材コアに検長20mmの電気抵抗線ひずみゲージを貼りつけ、樹脂による防水処理を施した上で水中に浸漬、ひずみが安定することを確認した上で温度20±2℃、湿度60±5%の恒温恒湿室内で静置し、データロガーによりひずみの測定を行った。弾性係数は、乾燥収縮ひずみが終了した供試体を用いてアムスラー型耐圧試験機を用いて載荷試験を行い、ひずみを測定した。

3. 結果および考察

(1)骨材の弾性係数および乾燥収縮ひずみの評価

図-1にコアの岩種毎の弾性係数の測定結果を示す。図より岩種によって弾性係数が異なることがわかる。骨材の吸水率と弾性係数との間に関係があることは知られているが、吸水率が骨材中に存在する空隙量の代用特性であると考え、理論的な考察が可能となる。

図-2に骨材の空隙構造モデルを、図-3に空隙によるひずみ増加の概念図を示す。今、長軸半径aの楕円状クラックがρ個存在しているとする。a=0の場合の応力σによるひずみエネルギー密度をW_{0,y}、ひずみをε_{0,y}とする。一軸圧縮応力σ_yが作用するときの楕円状クラックの存在による増分をΔW_y、Δε_yとすると、それぞれ式(1)、(2)のように表わされる。

$$W_y = W_{0,y} + \Delta W_y \quad (1)$$

$$\epsilon_y = \epsilon_{0,y} + \Delta \epsilon_y \quad (2)$$

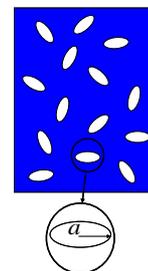


図-2 骨材の空隙構造モデル

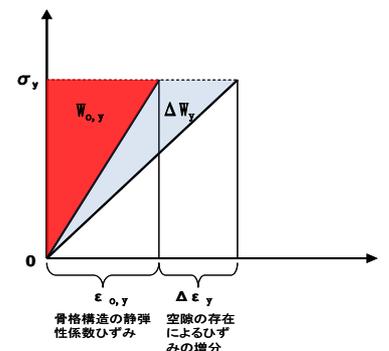


図-3 空隙によるひずみ増加の概念図

キーワード 骨材, 弾性係数, 乾燥収縮ひずみ, 吸水量, 気乾含水率

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8 摂南大学大学院工学研究科社会開発工学専攻 TEL 072-839-9123

ひずみエネルギー密度の増加をクラックの存在によるエネルギー解放率と関連があると考え、楕円形クラックがランダムな配向になっていると仮定すると式(2)は、以下のようになる³⁾。

$$\frac{\sigma_y}{E^*} = \frac{\sigma_y}{E'} + \frac{\pi a^2 \rho}{4E'} \sigma_y \quad (3)$$

ここに、 E' ：弾性体の弾性係数、 E^* ：一軸圧縮試験により得られる見掛けの弾性係数である。したがって E^* は式(4)で表わされる。

$$E^* = \frac{E'}{1 + \frac{\pi a^2 \rho}{4}} = \frac{E'}{1 + b \mu} \quad (4)$$

ここに、 μ ：吸水量 (=吸水率(%)×絶乾密度(g/cm³))、 b ：空隙の寸法比を表わす係数である。

図-4に骨材の吸水量と弾性係数との関係を示す。図中には既往の研究によって得られた実験値もプロットしている⁴⁾。図より、吸水量が大きくなると静弾性係数が小さくなるのがわかる。図中に導出した理論式の係数を最小二乗法により回帰したものを示す。本検討では、この式を用いて弾性係数を推定することにした。

図-5にコアの気乾含水率と乾燥収縮ひずみとの関係を示す。ここで、気乾含水率は恒温恒湿室内に静置し、平衡状態となった質量と絶乾質量との差を気乾含水量として絶乾質量に対する百分率で求めた。図より、気乾含水率が大きくなると、骨材の乾燥収縮ひずみが増加することがわかる。田中ら⁵⁾は骨材の気乾含水率と乾燥収縮ひずみとの間に相関があることを示しているが、本検討のコアにおいても同様の傾向が見られた。ばらつきはあるものの本検討における骨材の乾燥収縮ひずみの推定には、図中の回帰式を用いることにした。

(2)モルタルの乾燥収縮ひずみの推定への適用

ここまでで評価した骨材の弾性係数と乾燥収縮ひずみを用いて、乾燥収縮の複合モデルである馬場式⁶⁾を適用してモルタルの乾燥収縮ひずみを予測し、予測値と実測値との比較を試みた。なおモルタルは普通ポルトランドセメントを用い、W/C=55%、S/C=2とした。セメントペーストの弾性係数および乾燥収縮ひずみは寺西ら²⁾のモデルを用いた。

図-6に馬場式⁶⁾によって求めた乾燥収縮ひずみの予測値と実験値との比較を示す。図より、モルタルの乾燥収縮ひずみの予測値と実験値の関係はおおよそ45度付近に分布していることがわかる。

参考文献

- 1) 高見新一他：砕砂を用いたモルタルの力学特性と乾燥収縮特性に関する一検討，土木学会第64回年次学術講演会 pp611-612, 2009.
- 2) 江口清, 寺西浩司：複合モデルを基盤としたコンクリートの乾燥収縮予測式，日本建築学会構造系論文集, No.557, pp.15-22, 2002.
- 3) 熊野知司他：コンクリートの空隙構造の変化に基づく引張クリープ予測モデルに関する研究，土木学会論文集, No.613, V-42, pp.121-135, 1999.
- 4) 例えば, 川上英夫：複合理論による骨材の弾性係数評価，コンクリート工学年次論文集, vol.29, No.1, PP.111-116, 2009.
- 5) 田中博一, 橋田浩：骨材の種類がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.553-558, 2009.
- 6) 岸谷孝一, 馬場明生：建設材料の乾燥収縮機構，セメント・コンクリート, No.346, pp.30-40, 1975.

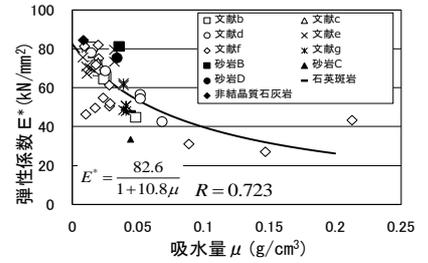


図-4 吸水量と弾性係数との関係

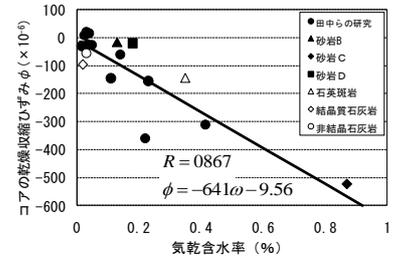


図-5 コアの気乾含水率と乾燥収縮ひずみとの関係

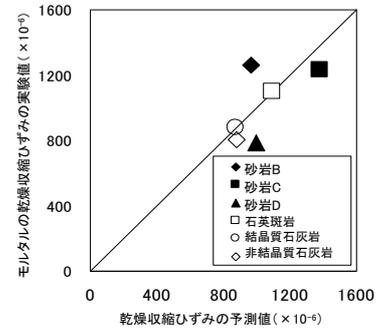


図-6 実験値と予測式の比較