

異なる湿度環境下における粗骨材ヤング係数およびコンクリート体積変化に関する一考察

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○小幡 雄一郎
 名古屋工業大学 学生会員 石黒 憲司
 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

粗骨材自身の体積変化メカニズムは、乾湿による表面エネルギー変化であることが後藤らによって指摘されている¹⁾が、表面エネルギー変化による剛性変化は考慮されていない。そこで本研究では、粗骨材の空隙構造と乾湿によるヤング係数変化の関係、そして粗骨材がコンクリートの体積変化に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要および試料諸元

- 1) **実験試料**：試料は、人工軽量骨材を含む7種類の粗骨材と比較対象としてタイルおよびALCの2種類の人工多孔体を採用し、計9種類とした。
- 2) **空隙測定**：煮沸吸水による質量増加とインクボトル空隙量との関係性²⁾を利用してインクボトル空隙量を測定した。また、調湿材により5段階(R.H. 5%, 15%, 40%, 60%, 80%)に湿度を変化させて水蒸気吸着による質量変化を測定し、BETプロットに基づいて比表面積を求めた。
- 3) **ヤング係数測定**：粒径20 mm程度の試料を直方体に加工して試験体を作製し、空隙測定試料と同様の湿度環境において十分に養生した後、圧縮载荷によりヤング係数を測定した。载荷は最大500 Nとし、約1 N/sec.の载荷速度とした。ひずみは貼付けゲージにより測定した。試験体数は各試料につき18または24個とした。
- 4) **コンクリートの体積変化測定**：材齢1年程度のコンクリートバー(10×10×40 cm)を端部を除いて厚さ約1 cmにスライスし、基長約100mmとして両平面にコンタクトチップを貼付け、空隙測定試料と同様の湿度環境および湿度0% (50℃における9日間の養生を定義)においてコンタクトゲージを用いて、3つの試験体の長さ変化を測定し、その平均値を体積変化とした。湿度変化は乾燥過程とした。

表 試料物性および空隙測定結果

	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	インクボトル空隙量 (cm ³ /g)	比表面積 (m ² /g)
輝緑岩	2.92	0.48	0	4.12
人工軽量骨材	1.53	28.00	0.1024	0.88
石灰岩	2.72	0.21	0	0.19
砂岩OW	2.62	1.53	0	4.41
砂岩SY	2.61	1.35	0	6.25
砂岩ST	2.68	1.39	0	11.52
砂岩SZ	2.65	0.88	0	3.58
タイル	2.06	23.06	0.0032	24.84
ALC	1.33	141.83	0.6056	55.18

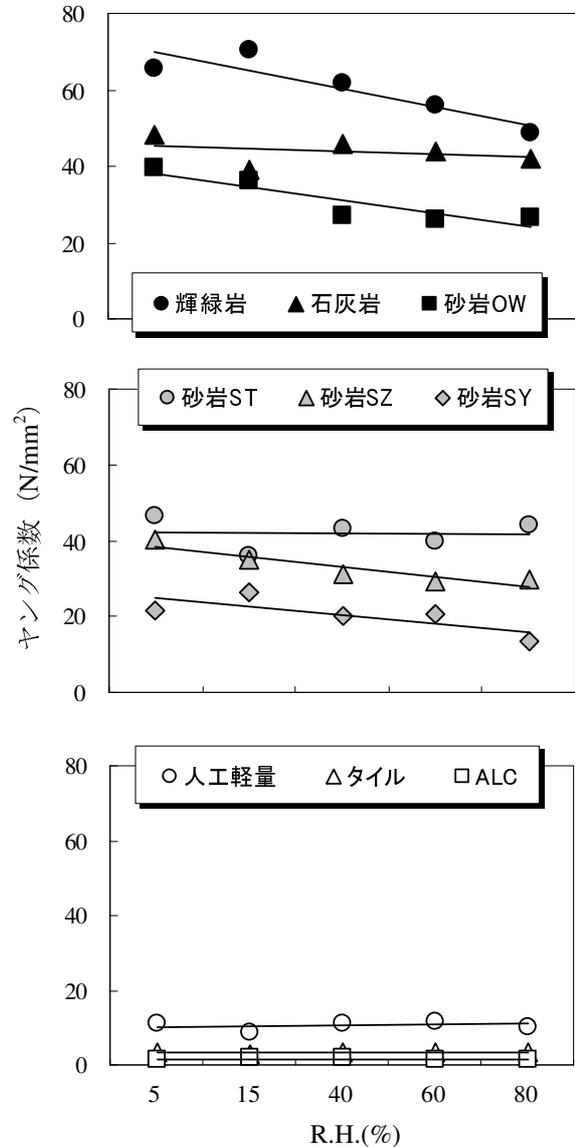


図1 湿度変化によるヤング係数の変化

キーワード：粗骨材, ヤング係数, 体積変化, 空隙構造
 連絡先：〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町

名古屋工業大学大学院 TEL 052-735-5125

3. 異なる湿度環境下における体積変化

3.1 湿度変化に伴う粗骨材ヤング係数の変化

表に試料の物性および空隙測定結果を示した。天然骨材では煮沸による質量増加がほとんど確認されなかったため、便宜上インクボトル空隙量は0とした。一方、人工多孔体試料の全てに、インクボトル空隙が確認され、その量はALCにおいて著しく大きい。比表面積は、天然骨材では砂岩、輝緑岩、石灰岩の順に大きい。他の砂岩に比べ2~3倍程度比表面積の大きい砂岩STの物性は他の砂岩に遜色なく、この傾向は輝緑岩と石灰岩の間にも確認される。また、人工多孔体においても、インクボトル空隙量が大きいALCの比表面積が著しく大きい反面、人工軽量骨材はインクボトル空隙量が比較的大きいにもかかわらず、その比表面積は天然骨材に比べても小さい。これらのことから、多孔体の比表面積は表乾密度、吸水率といった基礎物性との関係性は低く、空隙構造の指標となる細孔分布に影響されると考えられる。

湿度変化によるヤング係数の変化を図1に示した。天然骨材では程度の差はあるが、湿度とヤング係数との間に負の相関が確認された。これより、湿度変化に起因する骨材の表面エネルギー変化が剛性に影響を与えることが示唆される。吸水率、比表面積がともに小さい石灰岩は、ヤング係数変化も小さくなっている。しかし、天然骨材中で最も比表面積が大きい砂岩STも石灰岩同様にヤング係数変化は小さく、空隙量とヤング係数変化との間に単純な規則性は確認できない。

一方、人工多孔体ではヤング係数が天然骨材に比べて小さく、その変化はほとんど確認されない。これは、骨材の剛性に与える影響に対して、粗大なインクボトル空隙を内包する人工多孔体の内部骨格構造の脆弱さが、湿度変化による表面エネルギー変化を卓越したためと考える。

3.2 粗骨材がコンクリート体積変化に及ぼす影響

コンクリートスライス試験体の乾燥による体積変化を図2に示す。ここで、図中の“砂岩S”は砂岩SY：砂岩ST：砂岩SZ=1：1：8程度の混合割合の粗骨材として作製されたコンクリート試験体である。

5種類のコンクリート試験体の体積変化挙動は、概ね0-15%、15-80%、80-100%の3区間において同様の線形関係が得られており、乾燥による硬化コンク

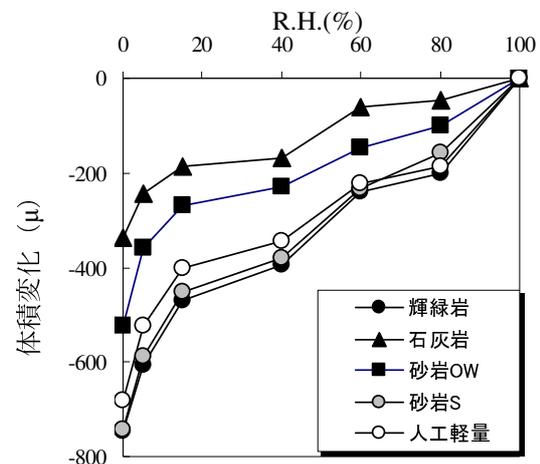


図2 コンクリートスライス試験体の体積変化

リートの体積変化挙動は粗骨材種によらず、ペーストの体積変化に支配的であることが確認される。

一方、体積変化の程度は骨材種によって大きく異なり、石灰岩が最も小さく、輝緑岩と砂岩Sが同程度で最も大きくなった。これは、別途計測した粗骨材自身の乾湿による体積変化と同様の結果となっており、コンクリートの体積変化の程度は粗骨材自身の体積変化に影響を受けることが確認される。しかし、人工軽量骨材は粗骨材自身の体積変化がそれほど大きくないにもかかわらず、コンクリートスライス試験体の収縮は比較的大きくなっている。これは、コンクリートの体積変化に対し、人工軽量骨材自身の体積変化よりも、剛性の方がより大きく影響したためと考えられる。また、水和過程におけるコンクリートの乾燥収縮挙動で確認された“内部養生効果”²⁾は確認されず、水和過程と水和が十分に進行した後のコンクリートでは骨材とペースト間の水分移動挙動が異なることが示唆される。

4. まとめ

天然骨材では湿度変化によるヤング係数変化が確認された。これは、骨材の表面エネルギー変化に起因するものと考えられ、乾湿による粗骨材自身の体積変化およびコンクリートの体積変化に与える影響が示唆される。

謝辞：本研究は、平成21年度吉田研究奨励賞および科学研究費（基盤(C)21560485、若手(B)22760329）により実施した。

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) 小幡雄一郎ほか：粗骨材の吸水量および空隙構造に基づいたコンクリートの体積収縮変化に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.32、2010