粗骨材中のインクボトル空隙の有無が乾湿による体積変化挙動に与える影響についての一考察

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　学生会員　小幡　雄一郎
名古屋工業大学大学院　フェロー　梅原　秀哲

１．はじめに

粗骨材自身の乾湿による体積変化がコンクリートの体積変化に無視できない影響を与えることが懸念されている.

既往の研究[1)]では, 粗骨材の内部表面積が粗骨材自身の乾湿による体積変化と高い相関関係を有することが示されているが，そのメカニズムについては未だ統一された見解が得られているとはいえないのが現状である.

本研究では，内部表面積を含む粗骨材中の空隙構造に着目し，空隙構造が粗骨材自身の乾湿による体積変化に与える影響を考察した.

２．実験方法

試料は天然粗骨材および人工多孔体の内，輝緑岩砕石，石灰岩砕石，砂岩砕石 A～E，人工軽量骨材，タイル A，B，および ALC の計 11 種類とした．実験項目を以下に示す.

(1)　比表面積の算出

水蒸気吸着による BET 理論に基づいて比表面積を求めた. なお, 湿度範囲は 4%，15%，および 40%の 3 水準とし，吸湿過程で行った.

(2)　空隙量の測定

空隙量の測定方法は，参考文献[2)]を参考に，煮沸吸水量を総空隙量とし，4 週間の静水圧吸水量と煮沸吸水量の差をインクボトル空隙量とした.

(3)　粗骨材自身の乾湿による長さ変化測定

調湿剤によって湿度を変化させ，粗骨材に直接ひずみゲージを貼り付けて測定した. 湿度環境は 15%，40%，60%，80%および 100%（水中）の 5 水準とし, 吸湿と乾燥の 2 つの過程について測定を行った. なお，4 週間後の測定値を終局値と定義し，採用した．また，長さ変化測定には比表面積算出とは別の試料を使用した.

３．実験結果

(1)　比表面積

比表面積算出結果を表 1 に示す．人工多孔体と天然骨材の間に一般的な違いはみられず，5 種の砂岩など，類似の粗骨材種においてもばらつく結果となった.

特に ALC において, 他の粗骨材と比較して比表面積が大きいことがわかる.

(2)　空隙量

各空隙量の測定結果を表 2 に示す．人工多孔体である人工軽量骨材，タイル，ALC はインクボトル空隙を有する．特に ALC では多大なインクボトル空隙がみられた．各種天然骨材中のインクボトル空隙は極めて少なかったため，便宜上ないものとした．人工多孔体は総じて天然骨材より空隙量が多く，総空隙量は例外無く上回っている.

(3)　長さ変化

砂岩砕石Ｄとタイル B について，長さ変化と湿度の関係図を図 1 に示す. 砂岩砕石 D は水中養生後に

表 1　比表面積算出結果

粗骨材種	輝緑岩	人工軽量	石灰岩	砂岩 A	砂岩 B	砂岩 C	砂岩 D	砂岩 E	タイル A	タイル B	ALC
比表面積(m^2/g)	4.12	0.6	−0.44	4.7	1.63	13.49	14.67	6.38	0.19	21.73	85.48

表 2　空隙量の測定結果

(単位:cm^3)	輝緑岩	人工軽量	石灰岩	砂岩 A	砂岩 B	砂岩 C	砂岩 D	砂岩 E	タイル A	タイル B	ALC
(1)総空隙量	0.2503	4.8737	0.1104	0.4461	0.2165	0.4423	0.3328	0.8266	1.7082	4.8388	23.3266
(2)インクボトル空隙量	0	1.8714	0	0	0	0	0	0	0.3517	0.0612	9.3523
(1)−(2)	0.2503	3.0023	0.1104	0.4461	0.2165	0.4423	0.3328	0.8266	1.3565	4.7776	13.9743

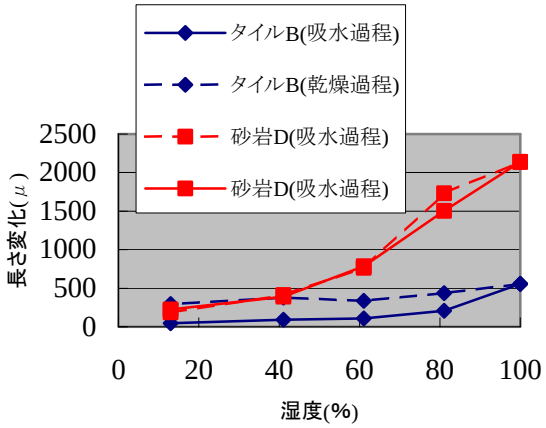

図１　長さ変化と湿度の関係(砂岩 D，タイル B)

2000μ以上の長さ変化がみられた．これは他の粗骨材の長さ変化と比較しても大きい．吸湿過程と乾燥過程で各湿度におけるひずみの程度を比較すると，多くの試料では差がみられないのに対し，タイル A，タイル B では乾燥過程のほうが吸湿過程よりも大きいという結果が得られた．人工軽量骨材，石灰岩砕石，ALC においても湿度によっては同様の傾向がみられたが，上記の 2 種と比較すると程度は小さい．この傾向があるのは大半が人工多孔体であり，インクボトル空隙の存在が長さ変化に影響を与えている可能性が示唆される．

４．考察

粗骨材の長さ変化と比表面積の関係を図 2 に示す．

既往の研究では，比表面積が大きいほど長さ変化も大きいと考えられているが，図 2，表 1 より，タイル 2 と ALC がそれに当てはまらないことがわかる．また，湿度 15%，40%においては高い相関関係を示しているが，湿度 60%，80%，水中養生においては良い対応が得られていない．

ここで，インクボトル空隙を有する人工多孔体を除外し，天然骨材のみについての長さ変化と比表面積の関係を図 3 に示す．図 2，3 を比較すると，天然骨材のみの長さ変化と比表面積の関係のほうがより高い相関関係にあることがわかる．つまり，比表面積と長さ変化は基本的に対応するが，総空隙量が多く，かつ，インクボトル空隙を有する場合には必ずしも上記の関係は維持されないといえる．インクボトル空隙は比較的粗大な空隙であるため，表面

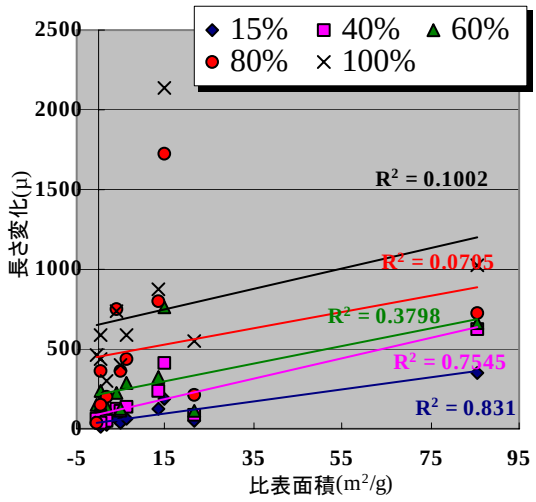

図２　長さ変化と比表面積の関係（全試料）

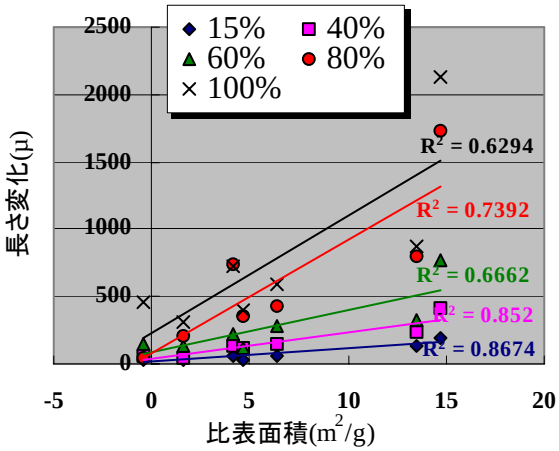

図３　長さ変化と比表面積の関係（天然骨材）

エネルギー変化や分離圧変化といった体積変化メカニズムの効果が細孔空隙に比べて緩慢となることが考えられるが，これは今後の課題としたい．

謝辞：本研究の実施にあたり，名古屋工業大学　大学院　鵜飼貴史氏，神田ゆかり氏に多大なご協力をいただきました．ここに記して謝意を示します．

参考文献

1) 後藤幸正，藤原忠司：乾湿に伴う骨材の体積変化，土木学会論文報告集，第 247 号，pp97-108，1976

2) 小幡雄一郎，吉田亮，矢野智也，梅原秀哲：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，No.1，2010