

凍結防止剤によるコンクリートのスケーリング劣化に及ぼす粗骨材品質の影響

八戸工業大学 学生員 ○植田 孝行
 八戸工業大学 正会員 庄谷 征美
 八戸工業大学 学生員 杉田 修一

1. まえがき

本研究は、凍結防止剤の作用と凍結融解の複合によって促進されるコンクリートのスケーリング劣化に着目し、その劣化に及ぼす粗骨材の影響について検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 粗骨材の採取と物理的品質

本研究では、物理的性質が幅広い骨材を試料とする必要性から、表-1に示す13種類の粗骨材を青森県内より採取した。そして、骨材の比重、吸水率、水銀圧入式ポロシメータによる細孔特性、粗骨材の凍結融解抵抗性²⁾、粗骨材の熱膨張係数および遷移帯厚さなどの測定を行った。その結果、それらの値は表に見られるように、非常に幅広い値を示しており、所期の目的がほぼ満足されていることが確認された。

表-1 粗骨材の物理特性

試料	岩質	絶乾比重	吸水率 (%)	安定性 (%)	BS40tf 破砕値 (%)	全細孔容積 (cc/g)	中央細孔直径 (μm)	100サイクル平均質量損失率 (%)	骨材の熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /°C)	骨材まわりの遷移帯厚さ (μm)
A	安山岩	2.42	4.46	6.1	14.30	0.0428	0.068	19.93	—	—
B	安山岩	2.39	4.52	15.4	16.10	0.0585	1.36	15.92	—	—
C	石灰岩	2.70	0.24	3.0	23.10	0.0033	78.39	0.60	5.99	50
D	石灰岩	2.71	0.26	2.0	24.00	0.0028	68.88	1.35	—	—
E	玄武岩	2.65	2.42	8.5	11.80	0.0180	0.101	16.99	7.63	60
F	安山岩	2.33	3.87	6.3	16.30	0.0368	0.049	36.05	9.13	50
G	安山岩	2.37	3.20	5.7	15.70	0.0343	0.11	31.05	—	—
H	安山岩	2.38	5.09	8.0	11.90	0.0512	0.023	52.04	8.04	80
I	流紋岩	2.09	6.98	9.7	43.10	0.0662	2.57	7.92	9.36	20
J	安山岩	2.64	2.11	1.9	20.20	0.0204	0.15	21.50	9.30	40
K	安山岩	2.56	2.05	8.1	15.30	0.0152	0.052	23.38	—	—
L	輝緑岩	2.90	0.62	2.9	9.20	0.0105	43.23	0.87	—	30
M	安山岩	2.52	2.91	1.1	11.60	0.0262	0.025	2.06	—	—

表-2 コンクリート配合条件

G _{MAX} (mm)	W/C (%)	S/a (%)	Air (%)	単位量の絶対容積(m ³ /m ³)				AE剤
				W	C	S	G	
20	55	44.4	5	0.168	0.097	0.304	0.381	C×0.026%

2. 2 コンクリートのスケーリング試験

コンクリートは、普通ポルトランドセメント、天然砂(比重 2.68、F.M.2.76)、13種類の検討用骨材(最大寸法 20mm)および、混和剤として AE 剤ヴィンソルを用いて、表-2に示す配合とした。供試体は、縦打ち方式(21×21×8cm)で試験面は側面とし、材齢 14 日まで水中養生後(20°C)、恒温室(20°C、60%RH)で材齢 28 日まで気中養生を行った。スケーリング試験は ASTM-C672 に準拠して実施したが、温度条件は自動制御方式で行い、試験水には NaCl 3%溶液を用いた。スケーリング量の測定は、10 サイクル毎に 50 サイクルまで行い、試験面から剥離したコンクリートを採取し、105°Cで 24 時間乾燥させた質量を測定した。

3. 実験結果および考察

図-1、図-2 は粗骨材の絶乾比重および吸水率とコンクリートのスケーリング量との関係を示したものである。これらの図に見られるように、絶乾比重、吸水率とスケーリング量との関係には、良い関連性は見られない。また、比重との関係の場合には JIS 規格値 (2.5) を満足している骨材であってもスケーリング量が多いものや、吸水率との関係の場合には JIS 規格値 (3%) 外である骨材であっても必ずしもスケーリング量が増大しないものも存在し、一義的な劣化因子とは言えないことが分かる。

図-3 は粗骨材自身の凍結融解抵抗性とコンクリートのスケーリング量との関係を示したものである。この図に見られるように、骨材自身の凍結融解抵抗性が極めて劣る、骨材 H のスケーリング量が他の骨材と比べて著しく増大する傾向が見られる。このことから、骨材 H は骨材自身が凍結融解作用により、崩壊したものと考えられ、骨材内部での未凍結水の移動圧、つまり透水性を反映する細孔構造特性、特に、細孔径がスケーリング抵抗性に影響を与えているものと考えられる。

図-4 はコンクリートの圧縮強度とコンクリートのスケーリング量との関係を示したものである。この図に見られるように、圧縮強度が小さくなるに従ってスケーリング量が増加する傾向があり、ある程度の幅が

あるものの関連性が見られるのではないかと考えられる。このことから、コンクリートにスケーリング抵抗性は、コンクリートの組織構造、つまりペースト部の強度や骨材の界面の付着性状が影響を与えているものと考えられる。

図-5は粗骨材自身の熱膨張係数の推定値とコンクリートのスケーリング量との関係を示したものである。この図に見られるように、劣化形態が異なる骨材Hを除けば熱膨張係数が小さくなるに従ってスケーリング量が増加する傾向が見られる。このことから、セメントペーストあるいはモルタルの熱膨張係数（本試験ではモルタルの熱膨張係数 $1.26 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）と粗骨材の熱膨張係数との差が大きい場合には、粗骨材とセメントペーストあるいはモルタルとの界面に微細なひび割れが生じる可能性があり、界面の付着抵抗を損い結果的には、スケーリング抵抗性が低下する場合があると考えられる。

図-6はスケーリング試験開始時の粗骨材まわりの遷移帯厚さとコンクリートのスケーリング量との関係を示したものである。この図に見られるように、遷移帯の厚さが大きくなるに従ってスケーリング量が増加する傾向があり、極めて高い関連性が見られる。遷移帯は、コンクリート中の骨材とセメントペーストとの付着性状の良否に関係していると考えられ、本試験の結果は、これがスケーリング抵抗性を左右する要因の一つであることを示唆している。

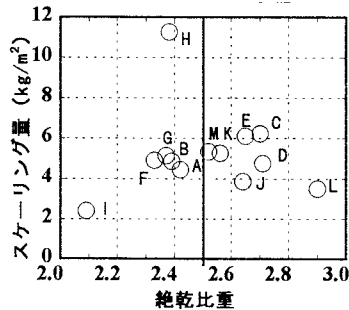


図-1 絶対乾比重とスケーリング量との関係

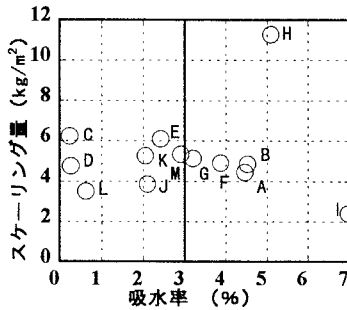


図-2 吸水率とスケーリング量との関係

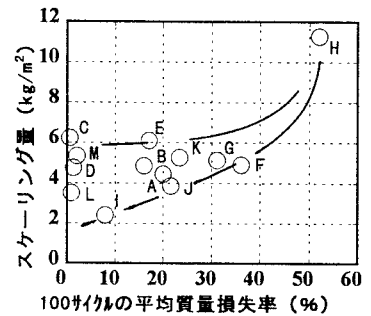


図-3 粗骨材自身の凍結性とスケーリング量との関係

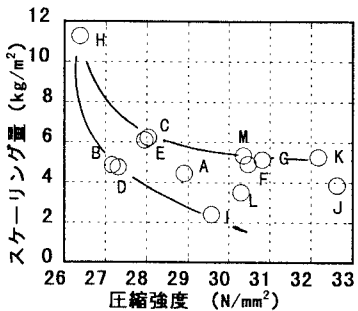


図-4 圧縮強度とスケーリング量との関係

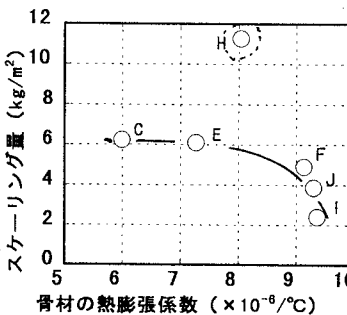


図-5 骨材の熱膨張係数とスケーリング量との関係

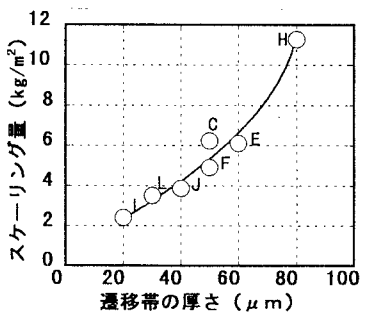


図-6 遷移帯厚さとスケーリング量との関係

4. まとめ

コンクリートのスケーリング抵抗性に及ぼす粗骨材の影響の主なものとして、骨材内部での未凍結水の移動圧を反映する粗骨材自身の凍結融解抵抗性やペースト部の強度や骨材の界面の付着性状を反映する遷移帯厚さなどのコンクリートの組織構造、粗骨材自身とペーストあるいはモルタル部との熱膨張係数の差などが指摘された。

[参考文献]

1. 月永 洋一、庄谷 征美、笠井 芳夫：凍結防止剤によるコンクリートのスケーリング性状とその評価に関する基礎的研究，コンクリート工学論文集 第8巻第1号 pp121～133 (1997)
2. 庄谷 征美他：コンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす粗骨材品質の影響に関する研究，第25回セメント・コンクリート研究討論会論文集