

V-19

低品質骨材の耐凍害性に及ぼす細孔構造の影響

岩手大学大学院 学生会員 ○村井 松雄

岩手大学 正会員 藤原 忠司

岩手県生コンクリート工業組合 正会員 袴田 豊

1. はじめに

骨材の低品質化は益々強まっており、低品質であっても、有効に活用できる方法の確立が望まれている。積雪寒冷地域において、低品質骨材をコンクリートに使用する場合、特に問題となるのは、凍結融解抵抗性であり、AE コンクリートとしても、骨材の膨張により、ポップアウト等を引き起こす可能性がある。

筆者らのこれまでの研究¹⁾において、凍結融解の繰返し作用による低品質骨材自体の劣化に関わる要因を検討し、骨材自体の耐久性には、細孔構造が関係していることが判明したが、本研究では、対象とする骨材の数を増すことによって、さらに全体的な傾向を捉え、他の要因についても検討を加えた。

2. 実験概要

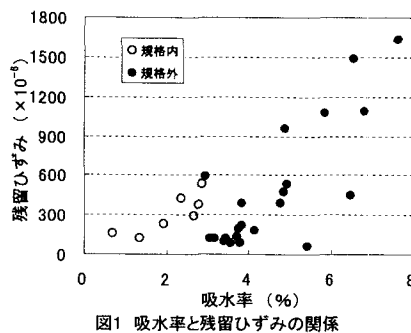
本実験では砕石を対象とし、表1に示す30種類の砕石を収集した。用いた骨材の中には極めて吸水率の高いものが存在するが、これらは路盤材用として使用されている、もしくは骨材として使用できないために除外されたものであり、低品質骨材の全体的な傾向を捉えるためにあえて対象とした。

骨材の凍結融解抵抗性を知るため、母岩から採取したφ30×60mmの円柱供試体を用い、円周方向にひずみゲージを貼付して、試験中に供試体が表乾状態を保つように封緘し、温度範囲20～25℃で気中凍結気中融解の繰返し作用を与え、凍結融解に伴うひずみの変化を100サイクルまで測定した。この測定によって得られる残留ひずみを、凍結融解抵抗性の指標とすることにした。また、同寸法の供試体を用い、圧縮強度を求めた。水銀圧入法により、細孔径分布の測定も行っており、表の総細孔量はこの方法によって求めた値である。なお、細孔径の測定範囲は0.0032～100μmである。

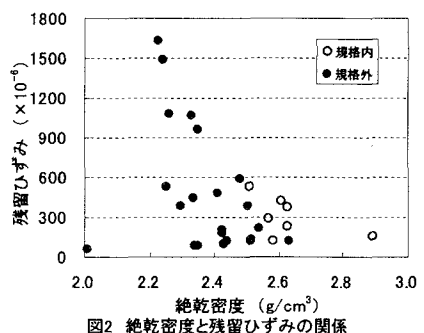
3. 実験結果および考察

凍結融解の繰返しにより、供試体には、残留膨張の蓄積が見られた。吸水率、絶対密度と凍結融解100サイクルにおける残留ひずみとの関係を図1、2

に示している。No.30に関しては極めて吸水率が高く、密度が低いため、これらの図からは除外している。吸水率の高い、また絶対密度の低い



No.	吸水率 %	表乾 密度 g/cm³	絶対 密度 g/cm³	圧縮 強度 N/mm²	総細 孔量 ml/g	100サイクル 残留ひずみ ×10⁻⁴
1	0.70	2.91	2.89	269.7	0.0067	153
2	1.35	2.62	2.58	145.2	0.0142	123
3	1.94	2.67	2.62	124.7	0.0272	226
4	2.38	2.67	2.61	79.8	0.0258	425
5	2.68	2.64	2.57	60.7	0.0256	288
6	2.80	2.70	2.62	63.2	0.0236	374
7	2.89	2.58	2.51	78.4	0.0323	527
8	2.94	2.55	2.48	54.3	0.0214	590
9	3.08	2.58	2.51	224.4	0.0324	115
10	3.17	2.72	2.63	139.0	0.0274	121
11	3.40	2.51	2.43	80.5	0.0351	100
12	3.47	2.52	2.44	44.8	0.0257	124
13	3.57	2.43	2.35	72.5	0.0323	81
14	3.73	2.60	2.51	183.6	0.0302	130
15	3.78	2.52	2.42	61.3	0.0260	199
16	3.79	2.43	2.34	136.5	0.0338	85
17	3.84	2.63	2.54	63.9	0.0327	217
18	3.85	2.59	2.50	108.4	0.0341	390
19	4.14	2.52	2.42	48.7	0.0628	181
20	4.76	2.41	2.30	48.3	0.0444	388
21	4.86	2.53	2.41	41.9	0.0464	476
22	4.90	2.46	2.35	54.6	0.0540	960
23	4.92	2.37	2.25	99.8	0.0486	526
24	5.45	2.12	2.01	37.3	0.0197	61
25	5.88	2.47	2.33	52.3	0.0686	1071
26	6.49	2.48	2.33	24.3	0.0515	447
27	6.58	2.38	2.24	57.8	0.0693	1483
28	6.82	2.41	2.26	80.4	0.0702	1085
29	7.66	2.40	2.23	34.0	0.0781	1635
30	29.05	1.54	1.19	8.6	0.0733	140



骨材ほど残留ひずみは大きくなる傾向が見られるが、低品質であっても JIS 規格内の骨材と残留ひずみが同等、もしくはそれ以下の骨材も存在しており、密度・吸水率では骨材の耐久性を解釈できないといえる。

吸水率と総細孔量の関係を図 3 に示す。両者は一定の比例関係にあるが、これから外れる例もある。たとえば No. 19 は総細孔量の割に吸水率が低い例であり、吸水をしにくい空隙があると考えられる。また、No. 24 のような骨材は、総細孔量の測定結果に含まれない 100 μm 以上の粗大な空隙が存在し、これらが吸水するためと考えられる。

図 4 に総細孔量と残留ひずみの関係を示す。総細孔量が多いほど残留ひずみが大きくなる傾向にある。ここで、図 3 において傾向から外れていた No. 19, 24, さらに図からは除外されていた No. 30 に着目すると、吸水率の割に総細孔量の少ない No. 24, 30 は残留ひずみが小さい。粗大な空隙が多く含まれ、未凍結水の移動が容易に行われたためと考えられる。また、細孔量の多い No. 19 も残留ひずみが小さいが、これは、吸水しにくい空隙が凍結時に生じる水圧を緩和したため、膨張が小さくなったと考えられる。

図 5 に、No. 22 を例として、凍結融解前後の細孔径分布を示している。凍結融解前に比較し、凍結融解後の細孔径分布は粗大方向に移動している。特に、1 μm 以上の細孔量がほとんど変化していないのに対し、0.01~0.05 μm 程度の細孔量が明らかに減少し、0.05~1 μm 程度の細孔量が増加している。この範囲の細孔が凍結融解作用により膨張し、細孔が大きくなることが、骨材自体の残留膨張の原因となっていると考えられる。この傾向は同様に残留ひずみの大きいすべての骨材において見られている。このことから、この程度の細孔が骨材自体の凍結融解作用に対する耐久性に関係していると考えられる。

0.01~0.1 μm の細孔量を抽出し、残留ひずみとの関係を見たのが図 6 である。この径の細孔量が多くなることによって、残留ひずみが大きくなる傾向は明瞭であり、No. 19, 30 もこの傾向にほぼ収まっている。

これまで骨材の良否は吸水率および絶対密度によって判別されてきたが、これらにより除外されてきた骨材の中にも、凍結融解作用により残留ひずみを生じない骨材もあることが明らかとなった。今後、骨材の低品質化が深刻化することを念頭に置き、コンクリートとした場合に耐凍害性を確保できる骨材条件の更なる検討が望まれる。

参考文献：

- 1) 村井松雄・増田健・藤原忠司・袴田豊：低品質骨材の物性とそれ自体の耐凍害性との関連，土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集，V-230, p. 457-458, 2004

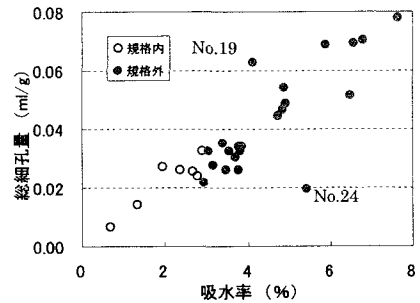


図3 吸水率と総細孔量の関係

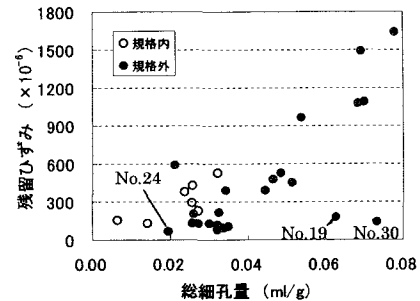


図4 総細孔量と残留ひずみの関係

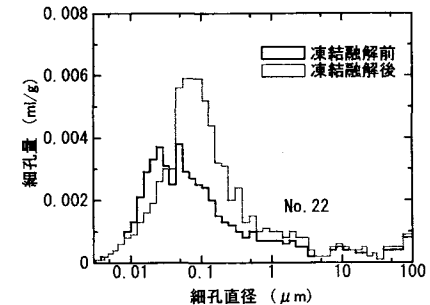


図5 骨材No.22の細孔径分布

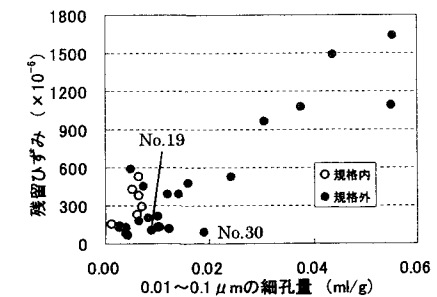


図6 0.01~0.1 μm の細孔量と残留ひずみの関係