低品質骨材の物性とそれ自体の耐凍害性との関連

	岩手大学大学院	学生会員	〇村井	松雄
--	---------	------	-----	----

- 昭和コンクリート工業(株) 正会員 増田 健
 - 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.折しも、 時代は仕様規定から性能規定へと移行しようとしており、低品質骨材を有効に活用するための背景も整いつつある と言ってよい.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、骨材自体の膨張により、ポップアウト等を引き起こす可能性がある.

本研究では、低品質骨材を用いても、コンクリートの耐凍害性を確保できる方法の開発が最終目標となるが、そ の前段として、凍結融解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することとした.

2. 実験概要

本実験では砕石を対象とし,表1に示す8種類の砕石を 収集した.Aは比較用となる良質の骨材であり,B以下は JIS A 5505(コンクリート用砕石および砕砂)の規格(吸水 率:3%以下,絶乾密度:2.5g/cm³以上)を満たさない低品 質骨材である.密度および吸水率はJIS A 1110 に準拠し て測定した.吸水率のばらつきの程度を把握するため,各 砕石から100 個の粒子を無作為に抽出し,粒子そのものの 吸水率も測定した.

表1 使用砕石									
No.	吸水率	表乾	絶乾	ヤング	圧縮	引張	総細		
		密度	密度	係数	強度	強度	孔量		
	%	g/cm ³	g/cm ³	10^4N/mm^2	N/mm ²	N/mm^2	ml/g		
Α	0.70	2.91	2.89	7.5	269.7	19.1	0.0067		
В	3.08	2.58	2.51	5.8	224.4	15.9	0.0334		
С	3.17	2.72	2.63	4.0	139.0	17.2	0.0274		
D	3.73	2.60	2.51	6.3	183.6	14.2	0.0429		
Е	3.85	2.59	2.50	4.3	108.4	15.2	0.0341		
F	4.90	2.46	2.35	1.2	54.6	2.1	0.0540		
G	4.92	2.37	2.25	3.7	99.8	12.5	0.0486		
Н	6.82	2.41	2.26	3.1	80.4	6.4	0.0702		

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,温度範囲 20~-25℃の凍結融解繰返し作用を与え,凍結融解に伴うひずみの変化を測定した.試験中, 供試体を封緘し,表乾状態を保つようにした.また,同寸法の供試体を用い,圧縮強度およびヤング係数を求めた. 引張強度はφ30×30mmの円柱供試体を用い,割裂試験にて測定した.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.

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.図1は、骨材の吸水率と凍結融解50サイクルにおける残留 ひずみの関係を示している.両者には一定の関係が見られ、特に 吸水率が3%を超えれば、残留ひずみが一段と増大する傾向にあ る.したがって、JISの規格に外れる低品質骨材の場合、耐凍害 性は明らかに劣ると言わざるを得ない.詳細に見れば、骨材Dと Eおよび骨材FとGのように吸水率が同程度であるにもかかわら ず、そのひずみに明らかな差が生じており、骨材の吸水率のみで は耐凍害性を解釈できない例もある.



図2に骨材個々について調べた吸水率の分布を示す.対象としたのは、骨材Fと骨材Gであり、平均的な吸水率はほぼ等しい.

キーワード 低品質骨材 凍結融解作用 細孔量 吸水率 残留ひずみ

連絡先 〒020-8550 岩手県盛岡市上田 3 丁目 18 番 34 号 岩手大学工学部建設環境工学科 Tel・Fax 019-621-6442

骨材 G と比較すれば, 骨材 F の吸水率には ばらつきが見られ, 吸水率が極めて大き い粒子も存在する. 残留ひずみの測定に 用いた供試体にも局 所的に高い吸水率の 部分があり,これが 膨張したため,骨材





Fの残留ひずみが大きくなったと考えられる.

吸水率が同程度であるのにもかかわらず,残留ひずみに差が生じ ることには,骨材の細孔組織も関連している可能性がある.図3 は水銀圧入法により求めた骨材の総細孔量と残留ひずみとの関係 を示している.図1に比べ,両者の相関は明瞭となり,たとえば, 平均吸水率が骨材Gにほぼ等しいFの場合,総細孔量が相対的に大 きいため,残留ひずみも大きいという結果になっている.同じこと は,骨材DとEの関係にもあてはまる.この場合の総細孔量とは, あくまで水銀圧入法で測定できた範囲の細孔を対象としており,吸 水率にはこの範囲を外れる細孔も関連して,たとえば骨材FとG の吸水率が同等になったと思われる.これは,残留ひずみに強い関 連をもつ細孔とそうでない細孔とがあることを示唆している.

図4は、骨材Fを例として、凍結融解前および凍結融解150サイ クル後の細孔径分布を示している.凍結融解前と比較し、凍結融解 後の細孔径分布は粗大方向に移動している.特筆すべきは1µm以 上の細孔量がほとんど変化していないのに対し、0.01~0.05µm程 度の細孔が、凍結融解作用により明らかに減少していることであり、 この細孔が膨張することで細孔が大きくなり、これが骨材自体の残 留膨張の原因となっていると考えられる.この傾向は、骨材F以外 にも、残留ひずみが大きいすべての骨材に見られた.



比較的微小な細孔である 0.01~0.1µmの細孔量を抽出し,残留

ひずみとの関係を見たのが図5である.こ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る.一般にコンクリートの毛細管内で凍結が起こる場合,粗大径側の空隙が凍結し,それに伴って微細径の空隙では膨張圧が発生して,組織が破壊すると考えられており,骨材自体の破壊も,同様のメカニズムで説明できると考えられる.グラフ上には,骨材B,C,Eのように,この傾向から逸脱するものもある.これらの骨材は,**表1**より,いずれも引張強度が比較的大きく,このことが影響して細孔中の水が凍結した際に発生する膨張圧に対する抵抗力が高くなり,細孔量の割に,残留ひずみがきわめて小さくなったと考えられる.

4.おわりに

本実験では、凍結融解による低品質骨材自体の劣化に関わる要因を把握することを目的とした.着目したのは膨 張破壊の原因になると考えられる骨材の残留ひずみである.実験の結果、骨材自体の残留ひずみには骨材の細孔構 造および引張強度が関連していることが明らかとなった.これらの基礎的知見をもとに、本来の目的であるコンク リートとしての耐凍害性の確保の方法を検討していく所存である.