

○正員 東北大学 加藤 謙之
正員 東北大学 三浦 尚
東北大学 広島 潔

1. まえがき

全国的に良質の細骨材の不足が進んでいる今日、特に東北地方においてはそれが大きな問題となってきた。そこで、低品質の細骨材を有効に利用するため、高品質の細骨材と混合してコンクリートに用いる方法が考えられるが、実際の施工にもそのような方法を用いる例が今後増加していくものと思われる。本研究では、たとえ割合が少なくても、低品質細骨材をコンクリートに用いた場合、それが様々な弱点となってコンクリートの凍結融解作用に対する抵抗性を著しく低下させる恐れがあるのではないかと、着目し実験をおこなった。実験Ⅰとして、東北地方の代表的と思われる低品質細骨材と、高品質の高炉スラグ水砕砂とを0%から100%まで25%ごとに5種類の割合で混合し、それらを用いたコンクリート供試体について凍結融解試験をおこない、細骨材の混合割合が凍結融解作用に対する抵抗性にどのような影響を与えるかについて調べた。実験Ⅱとして、細骨材の品質の評価の大きな要素である比重と吸水率の値に着目し、一般的に使用されていた中品質の細骨材と比重が同じになるように前述の細骨材を混合したものと吸水率が同じになるように混合したものを、実験Ⅰと同様の試験をおこなって、混合しない中品質の細骨材を用いたコンクリートとの比較をおこなった。

2. 使用材料

高品質の細骨材として高炉スラグ水砕砂(以下、スラグ)、低品質の細骨材として秋田県北東部で採取した山砂(以下、低品質砂)、中品質なものとして宮城県白石産川砂を使用した。表-1に細骨材の各種試験成績を示す。セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材に宮城県丸森産砕石を使用。混和剤としてリグニンスルホン酸塩を主成分とする空気連行性減水剤を用いた。

3. コンクリートの配合および供試体

表-2にコンクリートの配合を示す。細骨材の単位量は体積(ℓ)である。実験に使用した供試体は10×10×40cmの角柱供試体である。養生方法は、打設から約24時間型枠養生をおこなった後脱型し、20±3℃の恒温水槽で材令14日まで水中養生をおこなった。なお、表-3に、細骨材の混合割合、フレッシュコンクリートの特性など、各供試体の詳細を示す。細骨材の混合割合は体積%である。

4. 試験方法

凍結融解試験方法は、ASTM C 290-67の「水中における急速凍結に対するコンクリート供試体の抵抗試験方法」に準じた。供試体のたわみ一次共振周波数と重量は30サイクルごとに測定をおこない、それぞれのサイクルにおける相対動弾性係数、および重量減少率を求めた。測定は、それぞれの供試体の相対動弾性係数が60%以下になるか、または300サイクルに達するまでおこない、測定終了後、耐久性指数(DI)を求めた。

表-1. 細骨材の各種試験成績

種類	比重	吸水率 (%)	洗い (%)	単位重 積重量 (kg/ℓ)	集積率 (%)	安定性 (%)	有機 不純物 (%)	モルタル 圧縮強 度(%)	F.M.
水砕スラグ	2.80	1.12	5.7	1.78	64	1.1	合格	—	2.36
秋田県北東部	2.34	5.52	1.2	1.41	64	5.9	合格	95	3.30
宮城県白石	2.51	2.50	4.3	1.67	68	3.6	合格	—	2.74

表-2. コンクリートの配合

細骨材 最大径 (mm)	空気量 (%)	w/c (%)	s/a (%)	単位量(kg)					減水剤 (cc)
				W	C	S(ℓ)	G	混合剤	
25	3±1	50	46	158	316	323	113	31	60

表-3. 供試体の詳細

供試体	細骨材の混合 割合 (スラグ:低品質砂)	細骨材の 比重 吸水率		フレッシュコン クリートの特性 空気量 スラング		備考
		比重	吸水率	空気量	スラング	
実験Ⅰ	A 100:0(%)	2.80	1.12	2.9	4.0	混合割合を0~100%まで25%づつ変化させた
	B 75:25	2.69	2.05	3.7	4.0	
	C 50:50	2.57	3.08	3.5	7.5	
	D 25:75	2.46	4.23	4.0	7.0	
	E 0:100	2.34	5.52	3.7	6.0	
実験Ⅱ	比 63:37	2.51	3.66	2.9	5.5	中品質の[白]に比重を同じ[比]、吸水率を同じ[比]にしたもの
	吸 36:64	2.63	2.50	3.2	8.0	
	白 宮城県白石産川砂	2.51	2.50	2.7	4.0	

表-4, 各供試体の耐久性指数(DF)

実験Ⅰ	A	B	C	D	E	実験Ⅱ	[比]	[吸]	[白]
DF	74	74	60	33	31	DF	35	56	30

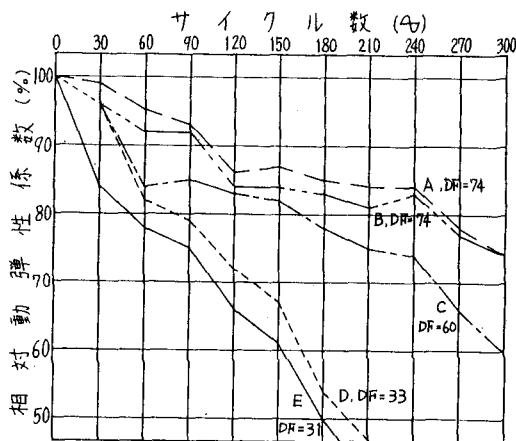


図-1, 実験Ⅰの相対動弾性係数試験結果

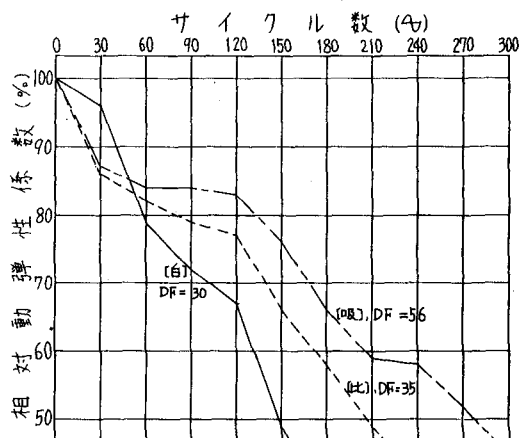


図-2, 実験Ⅱの相対動弾性係数試験結果

5, 実験結果

図-1に、実験Ⅰの相対動弾性係数試験結果を、図-2に実験Ⅱの相対動弾性係数試験結果を示す。実験Ⅰの結果をみると、低品質砂の割合が大きいほど凍結融解作用に対する劣化が大きい。しかし、劣化の程度は一樣ではなく、供試体[A]と[B]が比較的近い値をとり、ついで[C]が1~2割小さい値、それらと大きく離れて[D]と[E]がまた近い値をとっている。ここで[A]と[B]が近い値をとったのは、[A]の空気量が2.9%と他の供試体には比べ小さかったためと思われる。しかし、[C]が空気量3.5%と、[A]を除く供試体の中で最も小さかったにもかかわらず劣化がさほど大きくなかったのに対し、[D]は空気量4.0%と実験Ⅰの供試体の中で最大であるにもかかわらず劣化が大きく、[E]に近い値となっている。以上のことから、ばらつきを考慮してもコンクリートの劣化の程度は[C]と[D]の間で大きく変化するのではないかと考えられる。実験Ⅱについては、各供試体の空気量に若干の差はあるが、宮城県白石産の中程度の混合していない川砂を用いたものが最も劣化が大きく、ついで細骨材の混合割合の大小のとおり、比重を同じにしたもの、吸水率を同じにしたものの順に劣化が大きかった。実験当初、平均的な比重・吸水率の値をもつ中品質の細骨材と、それと同程度の品質をもつ混合した細骨材とを比較した場合、後者は構成粒子に著しく品質の劣るものを含んでいるため、それが様々な弱点となって前者よりもコンクリートの抵抗性を低下させるものと思われた。しかし、これらの結果をみると、著しく品質の劣る粒子の影響はさほど表に表われず、むしろスラッグの高品質の粒子による影響が卓越したためコンクリートの抵抗性が向上し、中品質の細骨材より劣化が小さくなったようである。重量減少率試験結果については、相対動弾性係数試験結果と同じような傾向はみられたが、明確なものではなかった。

6, まとめ

高品質と低品質の細骨材を混合してコンクリートに用いたところ、そのコンクリートの凍結融解作用に対する抵抗性の大小は細骨材の混合割合によって決まった。しかし、その劣化の度合は、混合割合がある値になったときに抵抗性が大きく変化するようであった。また今回の実験では、混合した細骨材は砂粒子に著しく低品質のものを含むが、それらの影響はさほど表に表われず、むしろ、高品質の粒子によってコンクリートの品質が高められるようであり、中品質の混合しない細骨材を用いたものより抵抗性が大きくなった。