

再生コンクリートの耐凍害性に関する研究

福岡大学大学院	学生会員	田浦 裕二郎
福岡大学	正会員	添田 政司
福岡大学	正会員	大和 竹史

1. はじめに

コンクリート塊およびアスファルトの再利用は、路盤材や埋め戻し材への適用が主であり、コンクリート用材料としての再利用は十分とはいえない状況にある。その要因として、耐凍害性や乾燥収縮など耐久性が普通骨材に比べ劣ることがあげられる。耐凍害性に関する既往の研究では、原コンクリートがAEコンクリートの場合、そのコンクリートから製造した再生骨材を用いると高い耐凍害性を確保できるが、Non-AEコンクリートの場合は、耐凍害性は低下するといわれている¹⁾。さらに細骨材の微粒分は、保水性が高いため耐凍害性にも何らかの影響を与えることが考えられる。そこで本研究では、原コンクリートがNon-AE及びAEの再生骨材を使用し、細骨材を0～1.2mmと1.2～5.0mmに2分して用いたコンクリートに対して凍結融解試験を行い、耐凍害性に及ぼす再生骨材の影響について検討を行った。

2. 実験概要

1) 使用材料および配合

表 - 1 に本実験で使用した骨材の種類と物理的性質を示す。粗骨材は普通骨材3種類と再生骨材5種類(原コンクリートがNon-AE:4種類、AE:1種類)を用い、細骨材は普通骨材3種類と再生骨材4種類(原コンクリートがNon-AE:3種類、AE:1種類)を用いた。

表 - 2 にコンクリートの配合を示す。結合材として普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³、略号C)を、混和剤としてAE減水剤及びAE剤を使用した。また打設No.11～18に用いた細骨材は、0～1.2mmの微粒分の影響をみるため1.2mmふるいを用いてふるい分けを行い、0～1.2mmと1.2～5.0mmに2分して使用した。W/Cは55%(=一定)とし、スランプ8±2.5cm、Air4.5±1.5%を目標とした。

2) 試験方法

凍結融解試験は、JIS A1148に準じ材齢28日まで水中養生を行った角柱供試体(10×10×40cm)を用い、水中凍結融解試験機にて行い、各サイクル毎に共鳴振動数および質量を測定した。打設No.8～12の供試体においては、凍結融解試験終了後に角柱供試体から10(縦)×10(横)×2.5cm(高さ)の供試体を作製し顕微鏡を用いて内部のひび割れの観察を行った。

3. 実験結果および考察

図 - 1 に全配合におけるコンクリート中の全水量(W + W)と耐久性指数との関係を示す(ここで W は骨材に含まれる水分量を示している)。細・粗骨材に普通骨材また原コンクリートがAEの再生骨材を使用した場合は、全水量(W + W)に関わらず十分な耐凍害性を得られることが分かる。しかし、原コンクリートがNon-AEの再生骨材を使用した場合は、全水量(W + W)が多くなるにつれて耐凍害性が低下する傾向にあることが分かった。これは再生骨材が多孔質で吸水率が高いため骨材に含まれる水分量が

表 - 1 骨材の種類と物理的性質

骨材の種類		表乾密度 (g/m ³)	絶乾密度 (g/m ³)	吸水率 (%)	備考
粗骨材	普通	2.72	-	0.70	-
	普通	2.70	2.63	2.55	-
	普通	2.59	2.53	2.22	-
	再生	2.53	2.44	3.69	Non-AE
	再生	2.39	2.23	7.27	Non-AE
	再生	2.42	2.30	5.20	Non-AE
	再生	2.53	2.44	5.57	Non-AE
	再生	2.35	2.16	8.55	AE
細骨材	普通	2.58	-	2.07	-
	普通	2.60	2.55	2.87	-
	普通	2.65	0.96	1.76	-
	再生	2.34	2.12	10.07	Non-AE
	再生	2.24	1.97	13.68	Non-AE
	再生	2.34	2.12	11.21	Non-AE
	再生	2.36	2.18	8.25	AE

表 - 2 コンクリートの配合および凍結融解試験結果

打設 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						混和剤 (C×%)	
			W	C	G	S				
						0～1.2mm	1.2～5mm	AE減水剤	AE剤	
1	46.0	160	291	032 (普通)	834 (普通)		1.5	0.0	98	
2	47.5	175	318	970 (普通)	832 (普通)		1.0		93	
3	44.6	158	287	989 (再生)	737 (再生)		1.5		21	
4	47.5	175	318	902 (再生)	755 (再生)		1.0	1.5	27	
5	42.6	158	287	968 (再生)	673 (再生)		1.5		24	
6	47.5	175	318	852 (再生)	722 (再生)		1.0		12	
7	46.0			969 (普通)	835 (普通)			2.0	91	
8				926 (再生)	816 (普通)			1.5	30	
9	45.0			927 (再生)	708 (再生)				24	
10				927 (再生)	723 (再生)		1.2	2.5	91	
11	46.0			969 (普通)	434 (再生)	334 (普通)		2.2	45	
12				970 (普通)	501 (普通)	290 (再生)		2.0	49	
13				926 (再生)	425 (再生)	327 (普通)	1.5	3.0	27	
14				927 (再生)	490 (普通)	283 (再生)		2.5	28	
15	45.0			925 (再生)	434 (再生)	325 (普通)		3.0	95	
16				926 (再生)	489 (普通)	289 (再生)		2.5	94	
17				924 (再生)	419 (再生)	327 (普通)	1.2	2.5	40	
18				925 (再生)	436 (普通)	326 (再生)		3.0	42	

多く、骨材中の水中凍結に起因する骨材自身の破壊や骨材とモルタルの付着破壊などによるものと考えられる。

骨材種別における耐久性指数を比較したものを図 - 2に示す。細・粗骨材ともに原コンクリートが Non-AE の再生骨材を用いると耐凍害性は著しく低下したが、普通骨材のみまたは原コンクリートがAEの再生骨材のみを使用した場合は高い耐凍害性を示している。これはAEコンクリートは凍結時のコンクリート中の水分膨張を緩和できる空隙が存在するためと思われる。

図 - 3に普通粗骨材及び原コンクリートがAEの再生粗骨材を使用した場合の細骨材別における耐久性指数の比較を示す。原コンクリートが Non-AE の再生細骨材を用いると、どちらの粗骨材の場合でも耐凍害性が著しく低下している。これより、細骨材の微粒分は耐凍害性にほとんど影響を与えないことが確認できた。

図 - 4に原コンクリートが Non-AE の再生粗骨材を使用した場合の細骨材別における耐久性指数の比較を示す。原コンクリートが Non-AE の再生粗骨材を用いた場合は、いずれもほぼ同程度の耐久性指数を示した。これより、粗骨材に原コンクリートが Non-AE の再生骨材を用いると耐凍害性に著しい影響を与えることは明らかである。また図 - 3と比較すると、細骨材に原コンクリートが Non-AE の再生骨材を用いた場合より、粗骨材に用いた場合の方が耐凍害性により大きな影響を与えることが確認できた。

表 - 4に供試体の内部のひび割れを顕微鏡観察した結果について示す。ひび割れ発生箇所としては、骨材とモルタルの界面に多くなる傾向にあった。原コンクリートがAEの再生骨材を使用し耐久性指数が高い値を示した供試体の場合は、ひび割れ幅が小さくその発生数も少なかった。一方、原コンクリートが Non-AE の再生骨材を使用した供試体は、幅0.01mm以上のひび割れが多く認められた。しかし、モルタル部分が再生骨材に元々付着していたものか或いは打設した際に新しく骨材に付着したものを判別することは困難であった。

4.まとめ

- (1)コンクリート中の全水分量が多くなるほど耐凍害性は低下する傾向にある。
- (2)原コンクリートがNon-AEの再生骨材を一部でも用いると耐凍害性に著しい影響を与える。
- (3)細骨材の粒径の違いが耐凍害性に及ぼす影響はほとんどみられなかった。
- (4)原コンクリートが Non-AE の再生骨材は、細骨材の一部に用いた場合より、粗骨材に用いた場合の方が耐凍害性に与える影響は大きくなる。
- (5)耐凍害性が低いものほど幅0.01mm以上のひび割れが多く認められた。

<参考文献>

1)長瀬重義、ライフサイクルを考慮した建設材料の新しいリサイクル方法の開発、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業研究成果報告書、2001

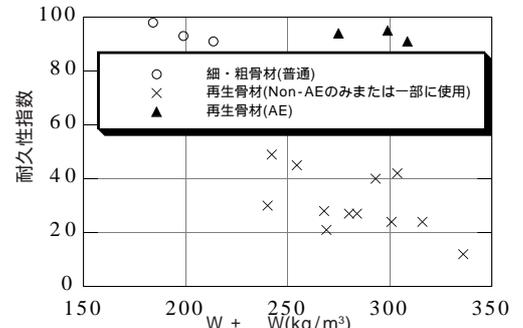


図 - 1 W + W と耐久性指数の関係

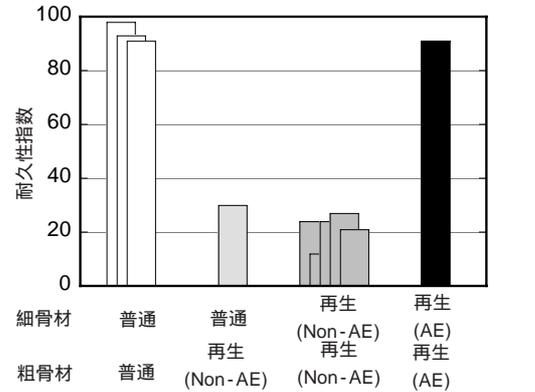


図 - 2 骨材種別における耐久性指数の比較

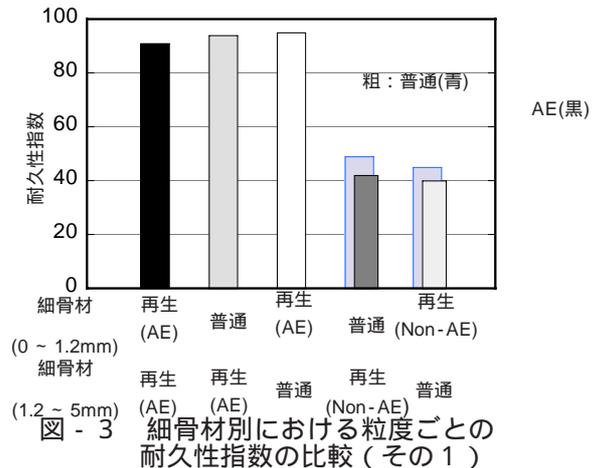


図 - 3 細骨材別における粒度ごとの耐久性指数の比較 (その1)

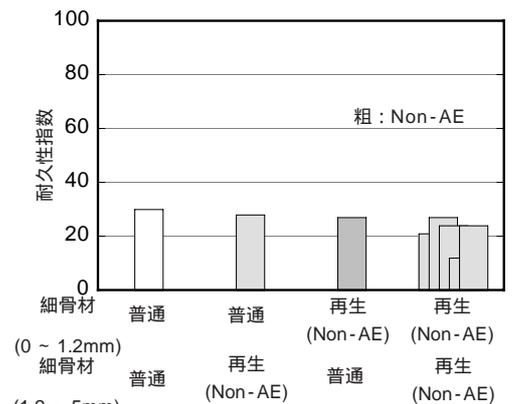


図 - 4 細骨材別における粒度ごとの耐久性指数の比較 (その2)

表 - 4 コンクリート内のひび割れ数

打設 No.	ひび割れ数		
	0.1mm以上	0.01~0.1mm	0.001~0.01mm
8	4	20	12
9	4	28	12
10	0	2	1
11	0	16	10
12	0	15	15