

Ⅳ-72 人工軽量骨材を用いたコンクリートの諸性質

北海道開発局土木試験所 正員 林 正道
同 正員 ○前川 静男
同 正員 渡辺 宏

人工軽量骨材のうち、フライアッシュを主成分として造粒焼成した粗骨材と膨張頁岩を破碎焼成した粗骨材との2種類について、その物理的性質、特に吸水性状と凍結融解に対する抵抗性、これらを用いたコンクリートのワーカビリティ、圧縮強度、引張強度、凍結融解に対する抵抗性などについて実験を行ない、寒冷地の土木構造物における人工軽量骨材の使用法を求めようとした。

1 実験の概要

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は苫小牧市錦岡海岸砂、粗骨材は静内川砂利(S)、フライアッシュ造粒焼成骨材(J)、膨張頁岩焼成骨材(M)を用いた。ただし粗骨材Jと組み合わせる細骨材の一部にはフライアッシュ造粒焼成細骨材を使用した。

S、J、Mの3種類の粗骨材について一般物理試験のほか、吸水時間と吸水量の関係の試験、硫酸ナトリウムによる安定性試験、ロサンゼルス試験機によるスリヘリ試験、A.A.S.H.O. Designation: T 103-42による骨材の凍結融解試験などを行なった。コンクリートの圧縮強度試験は中10×20cm円柱体、引張強度試験は中15×30cm円柱体を用い、JISに従って試験した。コンクリートの凍結融解試験はASTM Designation: C 290-61Tに準じ、材令14日から凍結融解を行なった。

2 実験の結果

骨材の物理試験結果を表-1に示す。なお表-1のロサンゼルス試験機によるスリヘリ減量はJISに示す試料重量(この場合5kg)についての結果であるが、軽量骨材の試料容積を川砂利と同じにして試験した結果は焼成フライアッシュ(J)では29.8%、焼成膨張頁岩(M)では33.1%となった。

軽量骨材の吸水時間と吸水量の関係は図-1に示すとおりで、4箇月吸水したものでも吸水量はなお増加の傾向を示した。

骨材の安定性試験および凍結融解

試験の結果は表-2に示す。焼成フライアッシュ(J)では安定性試験の損失量が一部位の値となったがこれは試験中に吸収された硫酸ナトリウムが水洗いでは十分に除去できなかったことによると思われる。

表-1 粗骨材の物理試験結果

種別	真比重	乾燥比重	間隙率(%)	比重	吸水量(%)	単位容積重量(g/cm³)	空隙率(%)	ロサンゼルス試験機によるスリヘリ減量(%)
静内川砂利(S)	—	2.72	—	2.75	1.18	1717	36.9	14.5
焼成J(灰土)(J)	2.53	5~10mm 1.50	40.7	1.53	1.99	925	36.6	27.4
		10~15mm 1.42	43.5	1.45	1.64			
		5~10mm 1.17	52.2	1.36	16.05			
焼成膨張頁岩(M)	2.45	10~15mm 1.21	50.6	1.35	11.27	763	36.0	23.0
		5~10mm 1.21	50.6	1.35	11.27			

* 軽量骨材は5~10mmを45%、10~15mmを55%の割合で用いた。

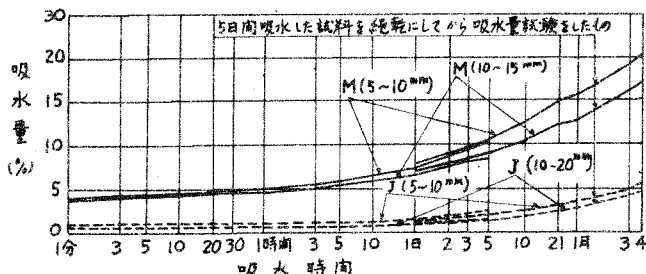


図-1 軽量骨材の吸水時間と吸水率の関係

れる。骨材の凍結融解試験の損失量は $1 - (\text{フルイに残る試験後の試料重量} / \text{試験前の試料重量}) \times 100$ により求めたものであるが、焼成フライアッシュ(J)が最も損失量が少なく、川砂利(S)と焼成膨張頁岩(M)とはほぼ同程度であった。

コンクリートの配合および強度試験結果は表-3、4に示す。スランポー一定の場合の単位水量は3種類の粗骨材間であまり差は見られなかった。表-4よりセメント水比と強度との関係を見みると、圧縮強度が400 kg/cm^2 以下では3種類のコンクリートはほぼ同様の関係を示したが、それ以上の高強度になると軽量コンクリートの強度が普通コンクリートよりも低くなった。同一セメント水比の場合の引張強度は、軽量コンクリートは各材料において普通コンクリートよりも2~4 kg/cm^2 小さい値を示した。

表-2 骨材の安定性および凍結融解試験結果

種別	粒径範囲(mm)	破砕片(%) 安定性試験後	凍結融解試験後の損失率(%) 160目ふるい通過量(%)
川砂利(S)	20~15	19.6	43.3
	15~10	19.4	19.2
	10~5	18.3	19.4
焼成フライアッシュ(J)	20~15	0.4	29.3
	15~10	-0.8	6.7
	10~5	-0.1	10.2
焼成膨張頁岩(M)	5~2.5	0.6	4.1
	20~15	6.3	46.5
	15~10	1.9	20.2
	10~5	3.2	7.4

表-3 コンクリートの配合

種別	粗骨材の最大粒径(mm)	スランポー(cm)	空気量(%)	単位水量(9)	単位セメント比(%)	水セメント比(%)	細骨材(%)	単位粗骨材量(9)	単位セメント量(9)	モルタル(%)	圧縮強度(kg/cm^2)				引張強度(kg/cm^2)				凍結融解試験後の損失率(%)
											3日	7日	28日	91日	3日	7日	28日	91日	
普通コンクリート(S)	15	5	7	125	260	47.7	45	805	1002	1300	169	248	334	383	15.8	20.8	26.6	30.3	2371
	"	"	"	125	278	41.9	44	774	1002	1490	205	308	430	450	19.8	22.7	27.9	33.0	2371
	"	"	"	128	335	38.3	43	738	976	1675	209	344	463	477	21.0	28.9	32.0	2343	
	"	"	"	134	372	36.0	42	700	985	1860	262	385	481	530	23.8	25.3	31.5	37.8	2348
軽量コンクリート(J)	"	"	"	119	260	45.7	45	766	545	1300	163	264	359	408	14.6	19.7	24.1	25.8	1895
	"	"	"	123	278	41.3	44	730	541	1490	203	304	391	419	15.2	21.0	23.8	29.2	1855
	"	"	"	126	335	37.5	43	676	539	1675	233	352	431	439	17.5	26.4	26.0	30.4	1846
	"	"	"	130	372	35.0	42	660	513	1860	249	352	426	445	20.9	26.5	30.3	30.7	1865
軽量コンクリート(M)	"	"	"	128	260	48.9	45	800	486	1300	132	255	345	335	13.8	22.6	23.0	29.1	1849
	"	"	"	129	278	42.1	44	768	487	1490	205	315	386	409	17.1	22.2	24.5	30.8	1856
	"	"	"	131	335	38.2	43	734	484	1675	235	365	405	430	19.1	23.6	27.6	31.3	1866
	"	"	"	134	372	36.0	42	700	482	1860	266	351	421	473	21.1	24.9	25.5	33.0	1906

注 軽量コンクリート(J)では単位粗骨材量のうち58%は2.5~5mmの軽量骨材を用いた。またモルタルに添加剤を加えて空気量を調整した。

各種コンクリートの凍結融解試験の結果を図示すると図-2のようになる。焼成膨張頁岩を用いたコンクリート(M)は凍結融解83回でひびわれを生じ、164回で破壊したが、普通コンクリート(S)と焼成フライアッシュを用いたコンクリート(J)は表面がはく離したが著しい欠損はなかった。骨材の安定性試験および凍結融解試験結果では焼成フライアッシュ(J)が最も以下焼成膨張頁岩(M)、川砂利(S)の順であったが、コン

クリートの凍結融解試験では焼成膨張頁岩(M)を用いたものが特に悪かった。

以上の実験から、適当な軽量骨材を用いると川砂利を用いたコンクリートと同程度の強度、耐久性を持つコンクリートを作れること、骨材の耐久性試験はコンクリートの耐久性判断の資料とはなるがこれのみでは十分でなく、特に軽量骨材では骨材の耐久性試験とコンクリートの凍結融解試験の結果に大きな隔たりがあることなどが明らかになった。

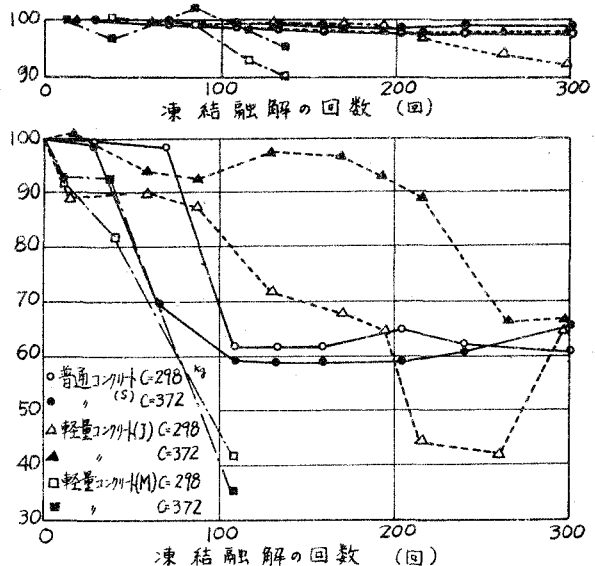


図-2 コンクリートの凍結融解試験結果