

コンクリートの凍結融解に及ぼす骨材の影響

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所 正会員○ 鎌田 卓朗
 東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所 正会員 齊藤 啓一
 東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所 正会員 富田 修司

1. はじめに

JIS のレディミクストコンクリートが、平成5年3月に改正され、空気量の下限値が3.5%から3.0%と従来より0.5%減少した値まで許容されることとなった。そこで当社では、現在用いているコンクリートの配合の凍結融解抵抗性に関する基本的な性状を把握するため、主として骨材の品質や空気量の変化に着目した供試体による凍結融解試験を実施したので以下に報告する。

2. 試験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、骨材は岩手県産の4種類を用いた。その物理的諸性質とJISの規格値を表-1に示す。骨材については、細骨材よりも粗骨材の品質が耐凍害性に大きな影響を及ぼすとの報告[1]を参考に、JISの規格値を大きく上回る吸水率の大きな粗骨材も用いている。本試験ではコンクリート桁の配合（RC桁設計基準強度240 kgf/cm²）を基準とし、配合の詳細は、練り混ぜ直後に測定した空気量の実測値とともに表-2に示す。空気量は、3.0%・4.5%・6.0%・7.5%と約1.5%毎の空気量の違いによる影響を調べた。なお、養生方法・凍結融解試験法（気中凍結水中融解試験）はASTMに準拠して行った。

3. 試験結果および考察

試験の結果を表-2に示す。

(1) 骨材の吸水率について

図-1～4に試験から得られた、目標空気量毎の骨材の吸水率と耐久性指数との関係を示す。これより粗骨材の吸水率が大きくなると耐久性指数が小さくなり、逆に粗骨材の吸水率が小さいと耐久性指数が大きくなっていることがわかる。また、骨材の種類については、細骨材よりも粗骨材の影響が大きいことが確認された。

(2) 空気量について

耐凍害性優劣の目安とされる耐久性指数は、60以上であると言われているが、本試験の結果から

表-1 骨材の物理的諸性質

項目	細骨材			粗骨材					
	規格値	粟川 [A]	北上川 [B]	雫石川 [C]	規格値	粟川 [a]	北上川 [b]	雫石川 [c]	葛根田 [d]
ふるい分けFM	-	2.25	2.61	2.83	-	6.45	6.50	6.91	7.09
表乾比重	-	2.77	2.68	2.54	-	2.82	2.66	2.53	2.62
飽乾比重	2.5以上	2.74	2.62	2.45	2.5以上	2.80	2.63	2.42	2.54
吸水率	3.5以下	1.09	2.31	3.84	3.0以下	0.51	1.30	4.47	2.90
有機不純物	濃い	濃い	濃い	濃い	-	-	-	-	-
粘土塊量	1.0以下	0.1	1.4	1.0	0.25以下	0.1	0.1	0.5	0.2
洗い試験	3.0以下	3.4	3.9	3.0	1.0以下	0.52	0.31	0.18	0.85
やわらかい石片	-	-	-	-	5.0以下	0	0	2.9	2.1
比重 1.95	0.5以下	0	0.4	0.1	0.5以下	0	0.4	0.8	0.8
単位容積質量	-	1.82	1.67	1.61	-	1.65	1.70	1.60	1.66
実積率	-	66.4	63.7	65.7	-	58.8	64.6	65.9	65.2
塩化物量	0.04以下	0	0	0	-	-	-	-	-
すり減り減量	-	-	-	-	35以下	12.1	C:18.6	C:20.6	C:20.6
安定性	10以下	0.6	2.9	4.1	12以下	1.2	B:19.6	B:22.0	B:21.9

表-2 配合ならびに試験結果

供試体番号	骨材の種類	空気量 (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)				凍融剤 (%)	凍融剤			圧縮強度 (kgf/cm ²)	耐久性指数
				W	C	S	G		A ¹	T ²	T ³		
9306	Cc	3.0 [3.4]	44	153	255	826	1040	0.638	-	4T	208	13	
9307	Cc	4.5 [4.8]	43	147	246	732	1038	0.615	(1A)	3T	204	24	
9308	Ca	3.0 [3.0]	46	170	283	820	1091	0.708	-	4T	272	104	
9309	Ca	4.5 [4.3]	44	160	238	732	1122	0.638	-	-	272	104	
9310	Ac	3.0 [3.3]	43	164	274	848	1054	0.683	-	2T	239	22	
9311	Ac	4.5 [4.3]	41	157	282	812	1038	0.655	-	-	313	26	
9312	Cb	3.0 [3.4]	46	160	238	838	1051	0.638	-	6T	266	43	
9313	Bc	3.0 [3.2]	44	165	275	850	1015	0.638	-	10T	233	17	
9314	Bb	3.0 [3.3]	44	173	238	836	1048	0.72	-	10T	302	44	
9315	Aa	3.0 [2.6]	42	180	300	875	1039	0.75	-	4T	334	101	
9403	Cd	3.0 [3.0]	46	180	300	742	1056	-	2A	-	253	23	
9405	Bb	3.0 [3.2]	42	180	300	783	1025	-	-	-	261	96	
9406	Cb	3.0 [2.5]	42	180	300	742	1072	-	-	-	232	33	
9410	Ad	4.5 [4.7]	39	156	260	776	1145	0.650	0.5A	-	308	94	
9411	Bd	4.5 [4.9]	42	160	267	801	1079	0.638	-	-	254	97	
9412	Cd	4.5 [4.8]	42	155	258	767	1030	0.645	3A	-	237	99	
9418	Ac	6.0 [5.8]	39	150	250	767	1038	0.625	3.5A	-	232	82	
9419	Bc	6.0 [6.2]	42	158	263	789	1025	0.658	1.5A	-	233	68	
9420	Cc	6.0 [6.0]	40	146	243	729	1038	0.608	5.5A	-	232	73	
9421	Ad	6.0 [6.4]	39	156	260	739	1121	0.650	3A	-	232	91	
9422	Ac	7.5 [7.1]	39	150	250	751	1075	0.625	7A	-	231	77	
9423	Bc	7.5 [7.2]	42	158	263	769	1004	0.638	3A	-	206	66	
9424	Cc	7.5 [7.8]	40	146	243	714	1005	0.608	7.5A	-	151	35	
9425	Ad	7.5 [7.8]	39	156	260	742	1038	0.65	8A	-	236	94	
9426	Bd	7.5 [7.6]	42	160	267	766	1035	0.638	3.5A	-	222	94	
9427	Cd	7.5 [7.4]	42	150	250	742	1038	0.625	7A	-	187	91	
9429	Bb	7.5 [7.7]	42	163	272	761	1043	0.630	2.5A	-	236	96	
9430	Cb	7.5 [7.2]	42	153	255	737	1067	0.638	6A	-	227	99	
9431	Bd	6.0 [5.8]	42	160	267	783	1038	0.638	1.5A	-	257	99	
9432	Cd	6.0 [6.0]	42	150	250	759	1079	0.625	5.5A	-	233	68	

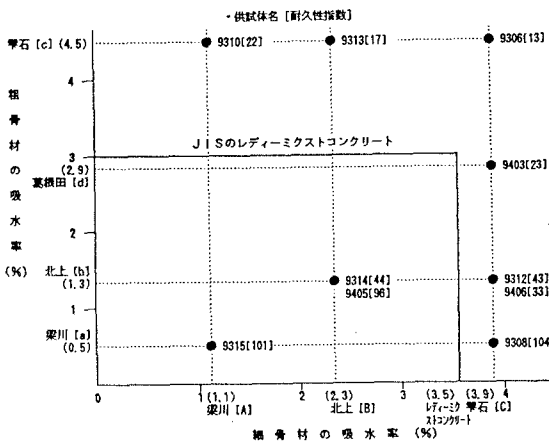


図-1 吸水率と耐久性指数の関係 (空気量: 3%)

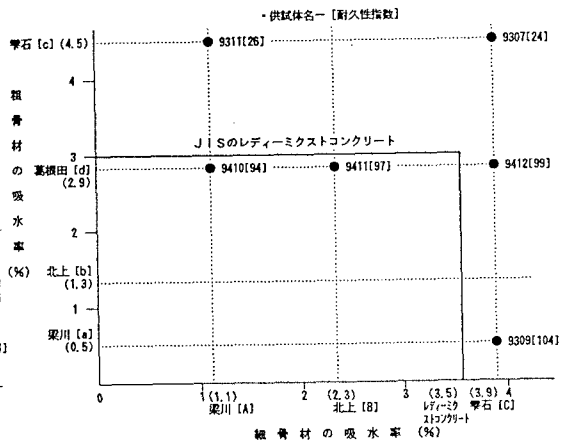


図-2 吸水率と耐久性指数の関係 (空気量: 4.5%)

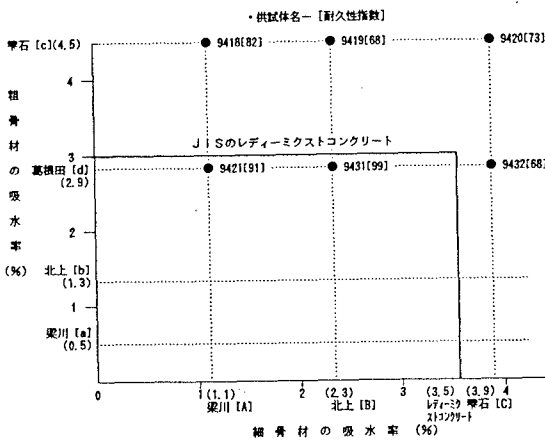


図-3 吸水率と耐久性指数の関係 (空気量: 6%)

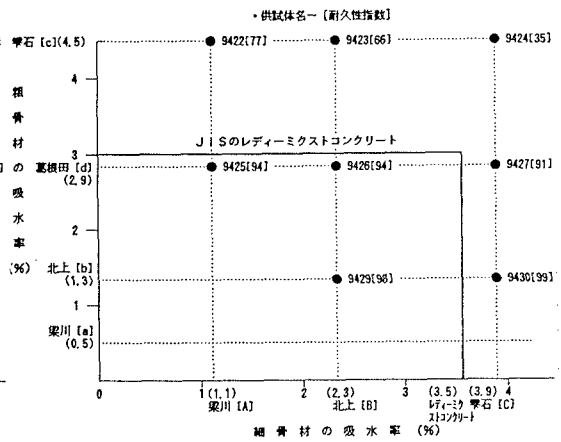


図-4 吸水率と耐久性指数の関係 (空気量: 7.5%)

表-3 AE調整剤の有無

空気量が 3.0% 程度となると、現在用いているコンクリートの配合では、粗骨材の吸水率が 1.3% 程度の場合でも、耐凍害性を満足しない場合が出てくる (図-1 参照)。また、図-2 より粗骨材の吸水率が JIS の上限値 3.0% の場合で、空気量が 4.5% 程度であれば良好な耐久性を示す結果となった。

(3) 消泡剤の影響について

表-2 の A E 調整剤の T*³ (消泡型) を多量に用いた供試体で特に、9312 と 9314 については、粗骨材の吸水率が 1.3% と比較的良好な骨材を使用しているにもかかわらず、耐久性指数が劣る結果となったため、A E 調整剤の使用の有無による比較試験を実施した。試験結果を表-3 に示す。9405・9314 を比較した場合 A E 調整剤 T*³ を用いない 9405 は良好な耐久性を示すのに対し、9406・9312 を比較すると、練り混ぜ直後の目標空気量を 3.0% に設定したが、実測値を見ると両試験体に約 1.0% の差があったためか逆に耐久性指数が劣る結果となり、明確な傾向を見極めることは出来なかった。

骨材の組み合わせ	名称	A E 調整剤 (消泡型)	耐久性指数
B a	9314	10 T	44
	9405	無し	96
C b	9312	10 T	43
	9406	無し	33

謝辞 本試験では、岩手大学工学部藤原忠司教授の御指導と岩手県生コンクリート工業組合に御協力を頂いた。ここに深く感謝いたします。

参考文献 [1]セメント協会：細骨材の品質がコンクリートの諸性質に及ぼす影響、コンクリート専門委員会報告 F32、1981。