

各地産骨材を用いたコンクリートの性質

—旭川，留萌，室蘭，釧路，札幌開建管内—

前川 静男* 岡村 武** 今井 益隆***

1 まえがき

骨材の品質がコンクリートの性質に与える影響を調べるために昭和39年度に網走，帯広開建管内の細粗骨材の組合わせ10種類について試験を行ない，月報147号に報告した。これに引続き昭和40，41年度に旭川，留萌，室蘭，釧路，札幌開建管内の細粗骨材の組合わせ27種類について，骨材の品質，コンクリートの単位水量，圧縮強度，凍結融解抵抗性を試験したのでこの結果を報告する。なお，凍結融解試験の一部は現在継続中である。

2 骨材の産地および試験結果

細粗骨材の産地および試験結果は表-1，2のとおりである。

3 コンクリートの試験

セメントは日本社上磯工場製の普通ポルトランドセメントを使用した。

W/Cは0.77，0.59，0.48，0.40 (C/Wで1.3，1.7，2.1，2.5)の4種，スランブ6.5cm，細骨材率はそれぞれのW/Cにつき40，38，36，34%とし，碎石コンク

表-1 細骨材試験成績表

産地	比重	吸水量 (%)	単位容積重 (kg/m ³)	洗い試験 で失われ る量 (%)	有機物 不純物	安定性 試験の 損失量 (%)	ふるいに止まる重量百分率						粗粒率
							5 mm	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
天塩川佐久	2.59	2.80	1,660	1.2	合格	3.8	0	4	27	73	92	98	2.94
天塩川士別	2.61	2.66	1,680	0.8	〃	4.9	0	9	32	69	91	99	3.00
名寄川	2.58	3.07	1,640	1.0	〃	4.9	0	8	28	60	84	98	2.78
美瑛川美沢	2.48	6.11	1,400	2.1	不合格	6.6	0	4	9	29	81	95	2.30
美瑛川西神楽	2.69	3.28	1,720	0.2	〃	3.7	0	34	60	84	96	100	3.74
空知川	2.63	2.75	1,640	1.0	〃	6.4	0	7	31	70	89	98	2.95
石狩川西鷹栖	2.61	2.43	1,680	0.9	〃	2.0	0	9	28	63	89	98	2.87
ニクナイ海岸	2.64	1.34	1,700	0.2	合格	0.9	0	3	13	38	69	99	2.22
天塩海岸	2.66	0.91	1,760	0.8	〃	1.2	0	2	18	51	83	99	2.53
大般海岸	2.64	0.83	1,770	0.7	〃	1.0	0	8	31	74	99	100	3.12
沙流川	2.68	2.63	1,690	0.6	〃	2.6	0	8	28	62	91	99	2.88
富岸海岸	2.66	1.13	1,860	0.6	〃	1.0	0	12	39	60	82	98	2.91
有珠海岸	2.54	2.77	1,550	0.7	〃	1.6	0	2	13	44	71	99	2.29
三石海岸	2.74	0.95	1,750	0.3	〃	1.1	0	2	11	50	85	99	2.47
様似海岸	2.64	0.95	1,820	0.1	〃	1.4	0	2	20	57	89	99	2.67
錦岡海岸	2.72	0.86	1,840	0.4	〃	0.8	0	4	21	59	86	98	2.68
ボンノウシ海岸	2.68	2.30	1,720	1.3	〃	2.1	0	7	17	44	83	98	2.49
恵茶人海岸	2.75	0.62	1,780	0.3	〃	1.4	0	0	3	20	66	96	1.85
大楽毛海岸	2.61	1.93	1,600	0.2	〃	1.3	0	1	6	30	75	99	2.11
斜里海岸	2.52	1.76	1,560	0.2	〃	1.2	0	1	5	22	73	91	1.92
石狩川滝川	2.59	2.84	1,610	1.1	〃	2.7	0	5	20	48	86	99	2.58
当別川	2.59	2.84	1,660	1.1	〃	1.7	0	20	31	61	86	97	2.95
浜益海岸	2.66	2.09	1,610	0.2	〃	1.7			0	20	97	99	2.16

* コンクリート研究室副室長 ** 同室主任研究員 *** 同室

表-2 粗骨材試験成績表

産地	比重	吸水量 (%)	単位容積重 (kg/m ³)	洗い試験 で失は れる量 (%)	すりへ り減量 (%)	安定性 試験の 損失量 (%)	ふるいに止まる試料の重量百分率						粗粒率	
							40	30	25	20	15	10		5
天塩川佐久	2.68	1.56	1,670	0.1	21.0	3.0	0	7	13	38	51	81	100	7.19
天塩川土別	2.62	2.16	1,760	0.2	20.6	9.4	0	1	8	29	45	88	100	7.17
名寄川	2.63	1.70	1,770	0.1	28.1	4.9		0	10	40	53	82	100	7.22
美瑛川美沢	2.60	2.80	1,800	0.3	16.0	2.6	0	12	27	51	62	86	100	7.37
美瑛川西神楽	2.82	1.61	1,830	0.2	17.0	3.3	0	2	15	33	49	80	100	7.13
空知川	2.70	1.86	1,710	0.2	22.8	4.2	0	5	16	43	59	89	100	7.32
石狩川西鷹栖	2.61	2.12	1,660	0.3	22.2	11.4	0	11	29	57	72	95	100	7.52
羽幌築別川混合	2.66	1.22	1,730	0.1	17.0	7.7	0	14	31	50	63	92	100	7.42
遠別川	2.67	1.16	1,720	0.1	17.6	6.1	0	8	16	32	43	82	100	7.14
増毛信砂砕石	2.66	1.52	1,560	0.3	21.6	1.7	0	30	56	75	85	95	100	7.70
沙流川	2.75	1.54	1,761	0.2	15.9	7.7	0	1	8	25	35	56	97	6.78
室蘭砕石	2.59	2.69	1,474	0.5	18.2	4.2	0	3	25	51	63	81	95	7.27
豊浦砕石	2.58	0.89	1,438	1.2	21.0	4.6	0	13	47	74	86	96	99	7.69
三石川	2.80	1.07	1,756	0.5	22.6	17.9	4	11	24	44	63	95	100	7.43
幌別川	2.69	1.06	1,726	0.1	20.2	15.9	11	20	35	53	64	89	98	7.51
静内川	2.76	1.08	1,640	0.4	14.0	5.3	0			50		80	100	
忠類川玉砕石	2.65	2.41	1,510	0.3	23.4	6.3		0	1	16	33	73	92	6.81
根室砕石	2.64	1.73	1,590	0.8	25.7	3.7	1	26	47	67	75	90	100	7.58
遠矢砕石	2.59	5.33	1,460	2.0	26.3	44.8			0	24	46	80	97	7.01
美羅尾砕石	2.62	1.89	1,530	0.7	12.9	2.0		0	11	33	46	77	97	7.07
浜中砕石	2.59	1.48	1,510	0.3	27.5	3.3		0	4	21	33	66	97	6.84
阿寒川	2.59	3.69	1,690	0.4	19.0	5.3	0	1	9	40	49	71	94	7.05
石狩川深川	2.59	1.93	1,720	0.1	19.6	5.4	0	9	28	55	65	89	100	7.44
石狩川滝川	2.63	2.13	1,660	0.3	19.4	8.6	1	3	19	45	56	88	98	7.32
当別川	2.61	2.27	1,740	0.3	19.5	6.6	0	12	22	44	56	80	98	7.22
浜益砕石	2.79	1.05	1,580	0.4	15.1	2.0	0	15	38	57	65	84	96	7.37

リートについては42, 40, 38, 36%とした。コンクリートの練り終わり直後の温度は20±3℃とした。圧縮強度試験は材令3, 7, 28, 91日で行なった。凍結融解試験はASTMC 290-57 Tにより材令14日から行なった。

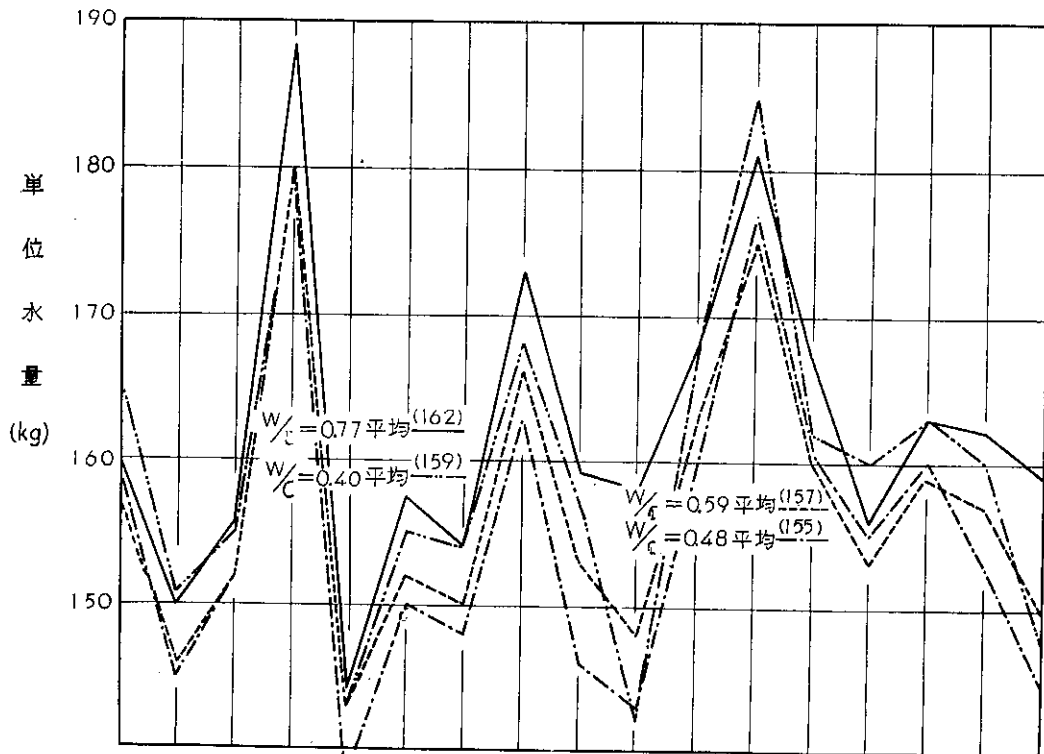
4 実験結果と考察

1) 単位水量

最大寸法40mmの砂利を用いて、スランプ6.5cmのコンクリートを作る場合に必要単位水量は図-1のようになりW/C=0.77での平均が162kg, 最高, 最低の差は44kg, 以下それぞれW/C=0.59では157kg, 37kg, W/C=0.48では155kg, 42kg, W/C=0.40では159kg, 42kgで, 細粗骨材の各組合わせによって単位水量の差が非常に大きい値を示している。

2) 圧縮強度

圧縮強度試験のうち材令28日における結果を図-2, 3に示す。骨材はそれを用いたコンクリートのC/W-σ線が上方にあり, かつ単位水量が少ないものほど同じ強度を得るための単位セメント量が少なくなり, 良質骨材ということになる。図-1の単位水量と図-2, 3のC/W-σ線とからこれを求めれば表-3のとおりである。この表によれば, 材令28日における圧縮強度200kg/cm², 300kg/cm², 400kg/cm², を得るに必要な単位セメント量の最大と最小の差は, それぞれ113kg, 92kg, 138kgであり, 骨材の優劣による差が大きい。なお, 各骨材を用いたコンクリートの材令28日における圧縮強度とセメント水比の関係を求めれば, 上限線, 下限線は砂利コンクリートについてはそれぞれ $\sigma_{28} = -42 + 214C/W$,



骨 材 産 地	粗 骨 材	天塩川佐久	天塩川士別	名寄川	美瑛川美沢	美瑛川西神楽	空知川	石狩川西鷹栖	羽幌築別川混合	遠別川	石狩川深川	石狩川滝川	当別川	沙流川	三石川	幌別川	阿寒川	静内川
	細 骨 材	天塩川佐久	天塩川士別	名寄川	美瑛川美沢	美瑛川西神楽	空知川	石狩川西鷹栖	ニカッナイ海岸	天塩海岸	大根海岸	石狩川滝川	当別川	沙流川	三石海岸	様似海岸	大楽毛海岸	錦岡海岸

図-1 スランブ6.5 cm を得るに必要な単位水量

表-3 材令28日による圧縮強度 200 kg/cm², 300 kg/cm², 400 kg/cm² をうるに必要なセメント量 (kg)

(1) 種 別	200 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)	300 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)	400 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)
天塩川佐久砂利, 砂	212	261	346
天塩川士別砂利, 砂	194	240	331
名寄川砂利, 砂	199	256	346
美瑛川美沢砂利, 砂	261	309	372
美瑛川西神楽砂利, 砂	206	249	310
空知川砂利, 砂	212	266	348
石狩川西鷹栖砂利, 砂	217	257	331
羽幌築別川混合砂利, ニカッナイ海砂	226	269	324
遠別川砂利, 天塩海砂	204	244	309

(2) 種 別	200 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)	300 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)	400 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)
石狩川深川砂利, 大根海砂	210	246	290
増毛信砂碎石, 大根海砂	229	261	297
静内川砂利, 錦岡海砂	207	237	283
沙流川砂利, 砂	215	262	324
室蘭碎石, 富岸海砂	148	221	308
豊浦碎石, 有珠海砂	227	275	339
三石川砂利, 三石海砂	197	242	309
幌別川砂利, 様似海砂	210	259	322
忠類川玉砕石, ボンノウス海砂	210	254	303
根室碎石, 恵茶人海砂	236	278	320
遠矢碎石, 大楽毛海砂	250	313	421
美羅尾碎石, 斜里海砂	246	291	337

(3) 種 別	200 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)	300 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)	400 kg/cm ² を出すに必要なセメント量 (kg)
浜中砕石, 大楽毛海砂	229	271	321
阿寒川砂利, 大楽毛海砂	225	277	340
石狩川滝川砂利, 砂	230	292	410
当別川砂利, 砂	223	277	398
常盤砕石, 錦岡海砂	195	226	302
浜益砕石, 浜益海砂	260	311	365
平均	218	265	334
最高	261	313	421
最低	148	221	283
差	113	92	138

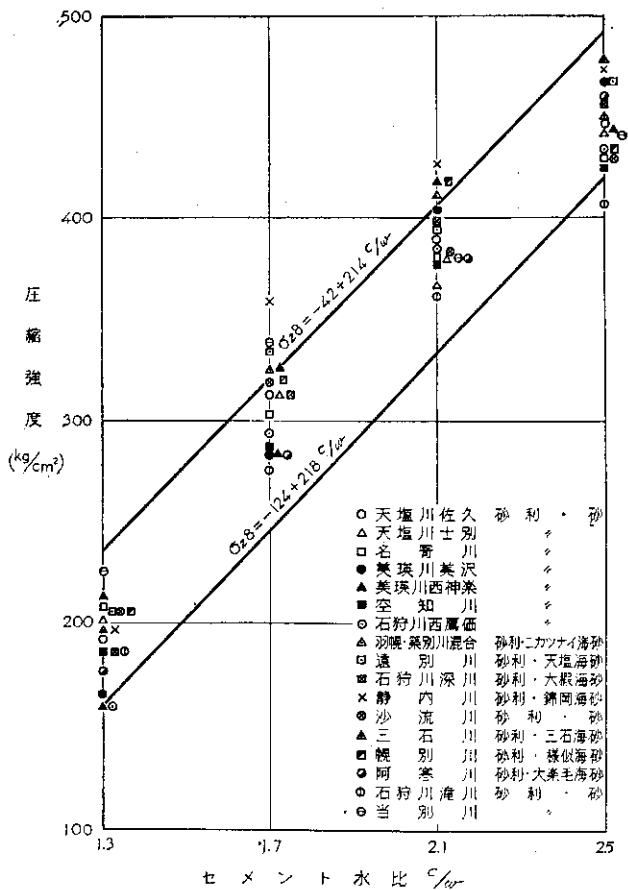


図-2 材令 28 日における砂利コンクリートの C/W と σ の関係

$\sigma_{28} = -124 + 218 C/W$ であり、砕石コンクリートについては $\sigma_{28} = -119 + 284 C/W$, $\sigma_{28} = -177 + 267 C/W$ である。

3) 凍結融解試験

凍結融解試験の結果を表-4に示す。この表から同じ

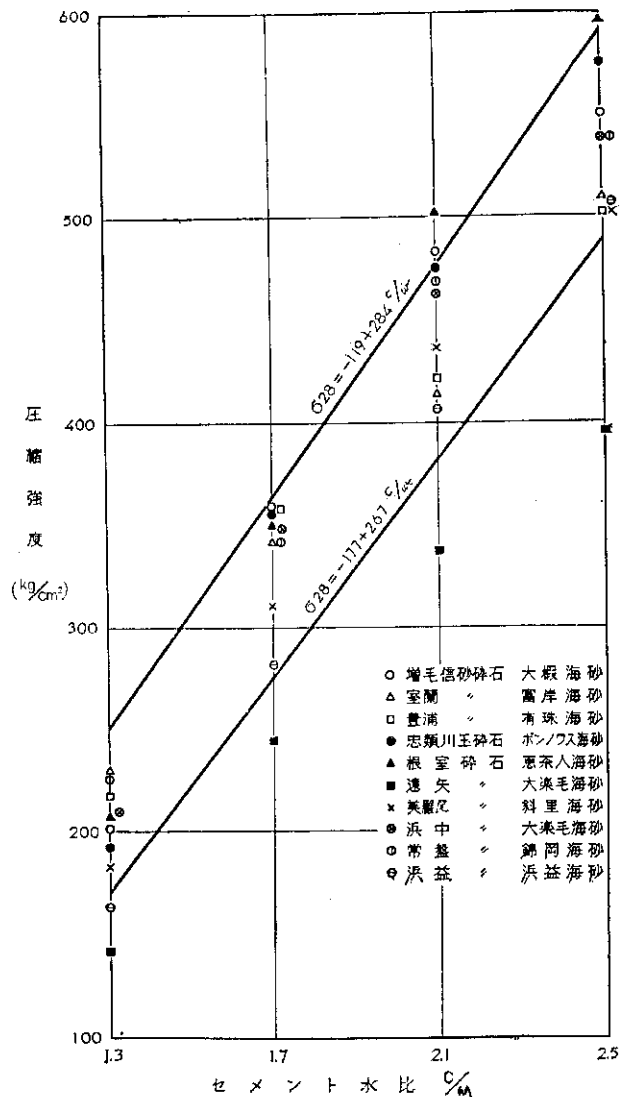


図-3 材令 28 日における砕石コンクリートの C/W と σ の関係

W/C のコンクリートでも骨材によって凍結融解抵抗性が非常に違っており、水セメント比のみによって耐久性を定めるのは妥当でない。強度の大きいコンクリートは凍結融解の抵抗性も大きいと例外もあり、その他の骨材の諸性質が影響するものと考えられる。とくに寒冷な本道にとっては場合によりコンクリートの強度よりも耐久性が重要なことも考えられることから各骨材の品質、その骨材を用いたコンクリートの性質を熟知して、条件に見あった施工方法、配合などについて考慮しなければならない。

5 あとがき

旭川、留萌、室蘭、釧路、札幌管内の細粗骨材の組合わせのコンクリートについて実験を行なったが、同一河川および原石山に産出する骨材でも品質が採取箇所、深度、時期などによって変動するので同一河川および原石

表-4 凍結融解試験結果

種 別	耐 久 性 指 数				重量が80%になるときの凍結融解回数			
	0.77	0.59	0.48	0.40	0.77	0.59	0.48	0.40
天塩川佐久砂利, 砂	4	17	22	44	28	103	107	224
天塩川士別砂利, 砂	8	8	17	22	42	43	118	233
名寄川砂利, 砂	17	27	17	36	78	154	117	220
美瑛川美沢砂利, 砂	29	37	29	21	183	186	147	131
美瑛川西神楽砂利, 砂	4	8	8	14	44	75	106	150
空知川砂利, 砂	11	11	11	29	115	137	118	169
石狩川西鷹栖砂利, 砂	10	9	22	22	9	44	143	155
羽幌築別川混合砂利, ニカツナイ海砂	8	31	38	46	41	222	263	264
遠別川砂利, 天塩海砂	15	26	39	34	74	234	252	216
石狩川深川砂利, 大 槻 海 砂	18	15	23	32	166	167	166	208
増毛信砂碎石, 大槻海砂	51	91	82	88	300以上	300以上	300以上	300以上
静内川砂利, 静岡海砂	16	16	27	47	72	68	221	300以上
沙流川砂利, 砂	4	9	17	27	33	44	140	181
室蘭碎石, 富岸海砂	3	9	14	22	28	99	118	163
豊浦碎石, 有珠海砂	3	10	14	19	43	112	154	211
三石川砂利, 三石海砂	2	7	9	22	33	72	120	211
幌別川砂利, 様似海砂	6	27	61	62	179	300以上	300以上	300以上
忠類川玉砕石, ボンノウス海砂	3	3	5	14	56	74	125	126
平 均	12	20	25	33				

耐久性指数 = PN/M

P: N サイクルにおける相対弾性係数 (%)

N: P=60 に達したときの凍結融解の回数, 最大 300 回

M: 凍結融解を終止すべき所定の回数 (300 回)

山の絶対的な試験結果は得られないが, おおよその目安 は得られることと思う。

*

*

*