

北海道産コンクリート用骨材の品質と使用法について

正員 ○前 川 静 男*
岡 村 武**

1. ま え が き

近年コンクリートの使用量が增大しているのに対して、従来から用いられていた河川砂利は供給能力が不足となり、骨材資源を確保しこれを有効に利用することが重要な問題として論議されるようになった。骨材の品質は産地により差が著しく、また、骨材がコンクリートの品質に与える影響は大きいので、使用にあたり骨材の品質をよく調べる必要がある。今までに道内の骨材に関する調査報告が2, 3見られるが、最近使用割合が増えている砕石についての資料は比較的少なく、また、これらの骨材がコンクリートの品質に及ぼす影響を組織的に調べたものはないようである。

今回道内で使用されているコンクリート用細粗骨材95種類について組織的調査を行ない、使用の実態を明らかにするとともに、骨材がコンクリートの諸性質に与える影響について検討した。また、これらの資料をもとにして、道内産の骨材を対象とし、骨材の品質差を考慮した標準配合を作成したのでここにその概要を述べる。

2. 道内産骨材の品質

調査した骨材は、細骨材43種（河川産15種、海岸産27種、海中産1種）、粗骨材52種（河川砂利27種、玉石砕石4種、岩石砕石21種）である。現にコンクリート用として使用されているものを対象としたが、例外も2, 3ある。骨材試験の結果は表—1, 2, 3に示す。土木学会コンクリート標準示方書および砕石の比重と吸水量についてはJIS「コンクリート用砕石」に示される品質特性値の許容限度と試験値との関係を表—4に示す。

これによると、現在使われているコンクリート用骨材は、土木学会標準示方書およびJISの許容限度に合格するものが大部分であるが、吸水量と安定性試験の損失量では許容限度をはずれるものも多少は使用されていることがわかる。細骨材の有機不純物試験で標準色より濃いものが4種類あったが、これはその時の産出状況によ

りかなり異なったものになると思われる。砕石の洗い試験結果で許容限度を超えるものが6種（24%）もあったが、一般に砕石生産の際は洗浄していないのが現状であり、このような結果になることは当然考えられる。しかし、土木学会標準示方書によると、洗い試験で失なわれるものが砕石粉の場合は1.5%まで許容しているので、この場合は規定にはずれるものは2種（8%）となる。

3. コンクリート試験

(1) 試験方法

表—1, 2, 3に示した骨材を用いてコンクリートの圧縮強度試験と凍結融解試験を行なった。細粗骨材の組合せは、実際に用いられているようなものとした。

粗骨材の最大寸法は40mmを標準としたが、40mm級の粗骨材を産出していない場合には30mmまたは25mmとした。コンクリートの配合は、ブレンコンクリートで、スランプは6.5cm、水セメント比は0.77, 0.59, 0.48, 0.40（セメント水比で1.3, 1.7, 2.1, 2.5）とした。細骨材率はそれぞれの水セメント比について、砂利コンクリートでは40, 38, 36, 34%, 砕石コンクリートではそれよりもそれぞれ2%増とした。セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。調査期間が4年にわたったため、セメントは1年分ずつ同一工場から購入した。

圧縮強度試験は $\phi 15 \times 30$ cmの円柱形供試体を用い、4個1組とし、材令3日、7日、28日、91日で圧縮強度試験を行なった。

凍結融解試験は $10 \times 10 \times 42$ cmの直方体供試体を用い、ASTM C290（水中における急速凍結融解試験法）に従って材令14日から凍結融解を行なった。

(2) 結果と考察

(イ) コンクリートの単位水量

コンクリートの単位水量を検討するのに先立って、粗骨材の最大寸法が標準とした40mm以外の場合には、コンクリートマニュアルを参考にして、30mmの単位水量は0.95倍、25mmの場合には0.93倍として粗骨材の最大寸法

* 北海道開発局土木試験所 コンクリート研究室長

** 北海道開発局土木試験所 コンクリート研究室 主任研究員

表—1 細骨材の試験結果

砂 No.	産地	比重	吸水量 (%)	単位 容積 重量 (kg)	洗い試験 で失なわ れる量 (%)	有機 試験 損失量 (%)	安定性 試験の 損失量 (%)	ふるいにとどまる重量の百 分率							粗粒 率
								ふるい目の呼び寸法(mm)							
								5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15		
1	石狩川 滝川市	2.59	2.84	1,610	1.1	合格	2.7	0	5	20	48	86	99	2.58	
2	当別川 当別町 沼の沢	2.59	2.84	1,660	1.1	〃	1.7	0	20	31	61	86	97	2.95	
3	浜益村 毘砂別 海岸	2.66	2.09	1,610	0.2	〃	1.7	0	0	0	20	97	99	2.16	
4	蘭越町 磯谷 海岸	2.64	1.98	1,640	0.4	〃	0.6	0	1	13	79	99	99	2.91	
5	寿都町 歌 乗 海岸	2.52	2.53	1,560	0.4	〃	4.1	0	0	2	36	93	99	2.30	
6	泊 村 堀 株 海岸	2.64	2.41	1,510	0.7	〃	0.9	0	0	0	1	48	97	1.46	
7	島牧村 江の島 海岸	2.65	1.44	1,630	0.3	〃	0.3	0	0	4	27	74	98	2.03	
8	砂原村 砂 崎 海岸	2.61	1.06	1,800	0.4	〃	0.9	0	1	4	34	84	99	2.22	
9	尻岸内町 古武井 海岸	2.71	1.48	1,690	0.4	〃	1.8	0	0	1	8	84	99	1.92	
10	知内町 海 岸	2.62	1.12	1,740	0.4	〃	0.6	1	3	12	67	91	100	2.74	
11	江差町 柳 崎 海岸	2.62	0.92	1,740	0.2	〃	0.6	0	2	11	23	78	100	2.14	
12	北松山町 太 櫓 海岸	2.58	1.85	1,560	1.5	〃	1.6	0	1	4	60	95	98	2.58	
13	沙流川 平取町 二風谷	2.68	2.63	1,690	0.6	〃	2.6	0	8	28	62	91	99	2.88	
14	苫小牧市 錦 岡 海岸	2.75	1.00	1,830	0.3	〃	0.6	0	5	18	48	81	98	2.50	
15	登別市 富 珠 海岸	2.66	1.13	1,860	0.6	〃	1.0	0	12	39	60	82	98	2.91	
16	伊達町 有 珠 海岸	2.54	2.77	1,550	0.7	〃	1.6	0	2	13	44	71	99	2.29	
17	三石町 三石川河口 海岸	2.74	0.95	1,750	0.3	〃	1.1	0	2	11	50	85	99	2.47	
18	様似町 海 岸	2.64	0.95	1,820	0.1	〃	1.4	0	2	20	57	89	99	2.67	
19	天塩川 中川町 佐久	2.59	2.80	1,660	1.2	〃	3.8	0	4	27	73	92	98	2.94	
20	天塩川 士別市中 士別	2.61	2.66	1,680	0.8	〃	4.9	0	9	32	69	91	99	3.00	
21	名寄川 名寄市中 名寄	2.58	3.07	1,640	1.0	〃	4.9	0	8	28	60	84	98	2.78	
22	美瑛川 美瑛町 美沢	2.48	6.11	1,400	2.1	不合格	6.6	0	4	9	29	81	95	2.30	
23	美瑛川 神 楽 町	2.69	3.28	1,720	0.2	〃	3.7	0	34	60	84	96	100	3.74	
24	空知川 南富良野町 幾寅	2.63	2.73	1,640	1.0	〃	6.4	0	7	31	70	88	98	2.95	
25	石狩川 旭川市 永山町	2.61	2.43	1,680	0.9	〃	2.0	0	9	28	63	89	98	2.87	
26	天塩町 天塩川河口 海岸	2.66	0.91	1,760	0.8	合格	1.2	0	2	18	51	83	99	2.53	
27	羽幌町 ニカツナイ 海岸	2.64	1.34	1,700	0.2	〃	0.9	0	3	13	38	69	99	2.22	
28	小平町 大 穀 海岸	2.64	0.83	1,770	0.7	〃	1.0	0	8	31	74	99	100	3.12	
29	音標川 枝幸町 音標	2.73	1.30	1,720	0.6	〃	1.4	0	0	1	39	87	99	2.26	
30	浜頓別町 フタウシ 海岸	2.62	1.18	1,730	0.4	〃	0.8	0	2	31	91	95	99	3.18	
31	札内川 帯 広 市	2.67	1.85	1,650	1.1	〃	1.8	2	9	18	35	73	96	2.33	
32	十勝川 池 田 町	2.62	1.99	1,590	0.8	合格	0.9	0	0	3	37	80	97	2.17	
33	広尾町 ビタタヌンケ 海岸	2.64	0.87	1,800	0.5	〃	1.0	0	0	5	42	92	99	2.38	
34	釧路市 大 楽 毛 海岸	2.61	1.93	1,600	0.2	〃	2.1	0	7	17	44	83	98	2.47	
35	標津町 茶 志 骨 海岸	2.68	2.30	1,720	1.3	〃	1.3	0	1	6	30	75	99	2.11	
36	浜中町 恵 茶 人 海岸	2.75	0.62	1,780	0.3	〃	1.4	0	0	3	20	06	96	1.85	
37	興部町 沙 留 海岸	2.60	1.40	1,730	0.2	〃	2.4	2	7	29	81	97	99	3.15	
38	興部町 喜 楽 海岸	2.72	0.99	1,770	0.3	〃	0.8	0	1	8	36	83	99	2.27	
39	雄武町 幌 内 海岸	2.63	1.90	1,650	0.2	〃	1.0	0	1	42	55	87	98	2.83	
40	常呂川 訓 子 府 町	2.55	3.75	1,650	0.9	〃	3.0	1	12	42	74	95	98	3.22	
41	常呂川 端 野 町	2.54	3.42	1,660	0.8	〃	4.6	1	18	43	65	83	97	3.07	
42	斜里町 川 向 海岸	2.63	1.46	1,600	0.4	〃	0.8	0	0	0	11	58	98	1.67	
43	斜里町 ウ ト ロ 海中	2.53	3.62	1,460	1.3	〃	1.7	0	1	3	37	82	97	2.20	

表—2 粗骨材(砂利)の試験結果

砂利 No.	産地	比重	吸水量 (%)	単位 容積量 (kg)	洗い試 験で失 われる 量 (%)	すりへ り減量 (%)	安定性 試験の 損失量 (%)	ふるいにとどまる重量の百分率								粗粗率
								ふるい目の呼び寸法 (mm)								
								40	30	25	20	15	10	5		
1	石狩川 滝川市	2.63	2.13	1,660	0.3	19.4	8.6	1	3	19	45	56	88	98	7.32	
2	当別川 当別町 沼の沢	2.61	2.27	1,740	0.3	17.5	6.6	0	12	22	44	56	80	98	7.22	
3	石狩川 深川市	2.59	1.93	1,720	0.1	19.6	5.4	0	9	28	55	65	86	100	7.44	
4	沙流川 平取町 二風谷	2.75	1.54	1,760	0.2	15.9	7.7	0	1	8	25	35	56	97	6.78	
5	三石川 三石町	2.80	1.07	1,760	0.5	22.6	17.9	4	11	24	44	63	95	100	7.43	
6	幌別川 浦河町	2.69	1.06	1,730	0.1	20.2	15.9	11	20	35	53	64	89	98	7.51	
7	静内川 静内町	2.76	1.08	1,640	0.4	14.0	5.3	0	25	38	50	65	80	100	7.30	
8	天塩川 中川町 佐久	2.64	1.17	1,670	0.3	20.7	8.5	0	0	9	30	45	78	100	7.08	
9	天塩川 士別市中 士別	2.62	2.16	1,760	0.2	20.6	9.4	0	1	8	29	45	88	100	7.17	
10	名寄川 名寄市中 名寄	2.63	1.70	1,770	0.1	28.1	4.9	0	0	10	40	53	82	100	7.22	
11	美瑛川 美瑛町 美沢	2.60	2.80	1,800	0.3	16.0	2.6	0	12	27	51	62	86	100	7.37	
12	美瑛川 神楽町	2.82	1.61	1,830	0.2	17.0	3.3	0	2	15	33	49	80	100	7.13	
13	空知川 南富良野町 幾寅	2.70	1.86	1,710	0.2	22.8	4.2	0	5	16	43	59	89	100	7.32	
14	石狩川 旭川市 永山町	2.61	2.12	1,660	0.3	22.2	11.4	0	11	29	57	72	95	100	7.52	
15	羽幌川・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	
16	遠別川 遠別町	2.64	1.56	1,720	0.2	14.6	6.4	0	20	29	48	59	89	99	7.36	
17	音標川 枝幸町 音標	2.70	1.07	1,720	0.2	13.9	6.5	0	11	28	44	53	72	99	7.15	
18	札内川 帯広市	2.69	0.98	1,750	0	18.8	1.8	0	18	54	62	76	95	100	7.57	
19	十勝川 池田町	2.64	1.47	1,760	0	15.6	3.4	5	13	26	46	61	90	100	7.41	
20	楽古川 広尾町	2.71	0.62	1,790	0.2	12.0	0.1	4	7	16	34	49	86	100	7.24	
21	阿寒川 阿寒町	2.59	3.69	1,690	0.4	19.0	5.3	0	1	9	40	49	71	94	7.05	
22	渚滑川 渚滑町	2.60	2.37	1,690	0.1	12.7	15.4	3	13	28	46	61	88	100	7.37	
23	興部川 興部町	2.60	2.42	1,680	0.7	16.4	15.9	0	0	5	25	36	73	100	6.98	
24	幌内川 雄武町	2.64	1.93	1,770	0.3	14.1	3.8	6	13	18	24	31	64	100	6.29	
25	常呂川 訓子府町	2.60	2.87	1,700	0.2	16.0	10.3	3	11	36	40	54	83	100	7.26	
26	常呂川 端野町	2.57	2.89	1,650	1.4	21.6	8.6	0	3	13	27	39	71	100	6.98	
27	斜里川 斜里町	2.59	4.71	1,650	1.8	22.7	3.4	2	9	17	29	39	64	100	6.95	

表—3 粗骨材碎石の試験結果

No.	産地	比重	吸水量 (%)	単位 容重量 (kg)	洗い試 験で失 われる 量 (%)	すりへ り減量 (%)	安定性 試験の 損失量 (%)	ふるいにとどまる重量の百分率								粗粒 率
								ふるい目の呼び寸法 (mm)								
								40	30	25	20	15	10	5		
1	札幌市 常盤	2.67	1.95	1,560	0.8	15.9	2.2	2	14	25	34	43	72	98	7.06	
2	浜益村 昆砂別	2.79	1.05	1,580	0.4	15.1	2.0	0	15	38	57	65	84	96	7.3	
3	寿都町 丸山	2.59	2.18	1,530	0.8	15.9	2.7	0	22	49	71	80	93	100	7.64	
4	泊村 茅沼	2.43	5.09	1,390	0.1	20.0	33.7	0	10	27	45	54	86	100	7.31	
5	岩内町 島野	2.68	1.91	1,500	0.6	23.8	4.6	0	10	46	79	88	97	100	7.76	
6	古平町 稲倉石	2.65	1.54	1,530	0.7	17.6	3.9	8	30	49	70	74	89	98	7.65	
7	島牧村 泊川(玉砕)	2.59	2.14	1,640	0.5	19.7	8.0	5	16	36	47	52	73	96	7.21	
8	京極町 春日	2.70	1.69	1,550	0.1	11.0	2.6	0	18	52	70	82	93	100	7.63	
9	八雲町 落部	2.56	3.81	1,480	0.4	18.5	2.9	0	23	55	56	68	85	97	7.38	
10	尻岸内町 日浦	2.66	2.34	1,460	1.7	12.4	4.4	0	14	38	62	72	93	100	7.55	
11	七飯町 鳴川	2.65	2.32	1,580	1.2	36.0	7.9	0	6	33	71	82	94	99	7.64	
12	江差町 東山	2.62	0.75	1,500	0.2	15.2	1.5	1	8	21	39	48	68	89	6.97	
13	知内町 頓牛	2.72	1.17	1,530	0.9	33.5	1.7	0	0	1	28	39	76	96	7.00	
14	乙部町 豊浜	2.73	2.33	1,520	1.2	15.2	1.5	9	19	40	61	70	83	91	7.44	
15	北桧山町 須築海岸(玉砕)	2.66	1.75	1,680	0.1	12.4	0.2	36	34	73	81	86	98	99	8.14	
16	室蘭市 母恋北町	2.59	2.69	1,470	0.5	18.2	4.2	0	3	25	51	63	81	95	7.27	
17	豊浦町	2.58	0.89	1,440	1.2	21.0	4.6	0	13	47	74	86	96	99	7.69	
18	増毛町 信砂川(玉砕)	2.66	1.52	1,560	0.3	21.6	1.7	0	30	56	75	85	95	100	7.70	
19	浜頓別町 豊浜	2.64	1.39	1,630	1.4	10.9	2.1	0	9	19	36	51	79	93	7.08	
20	標津町 忠類川(玉砕)	2.65	2.41	1,510	0.3	23.4	6.3	0	0	1	16	33	73	92	6.81	
21	根室市 桂木	2.64	1.73	1,590	0.8	25.7	3.7	1	26	47	67	75	90	100	7.58	
22	釧路村 遠矢	2.59	5.33	1,460	2.0	26.3	44.8	0	0	0	24	46	80	97	7.07	
23	浜中町	2.59	1.48	1,510	0.3	27.5	3.3	0	0	4	21	33	66	97	6.84	
24	弟子屈町 鑑別	2.62	1.89	1,530	0.7	12.9	2.0	0	0	11	33	46	77	97	7.07	
25	斜里町 ウトロ	2.65	1.60	1,430	0.8	15.8	1.9	0	8	35	62	74	94	100	7.56	

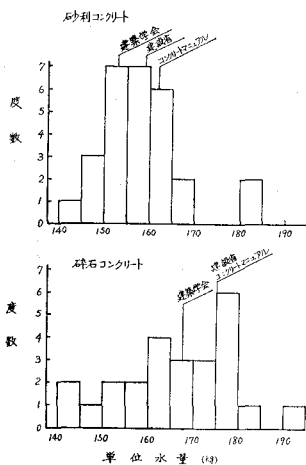
表—4 骨材の品質特性値の平均と許容限度との関係

	骨材種別	比 重	吸 水 量 (%)	単位容積重量 (kg/m ³)	洗い試験 で失なわ れる量 (%)	有 機 不純物	すりへり 減 量 (%)	安 定 性 試験 損 失 の 量 (%)
平 均 値	細骨材	2.63	1.94	1,670	0.6			1
	粗骨材 (砂利)	2.65	1.94	1,720	0.3		18	7
	〃 (碎石)	2.64	2.12	1,530	0.7		19	6
許せる百 分率は個 分限ず数 率れと	細骨材 (43種類)	0	5 (12%)		0	4 (9%)		0
	粗骨材 (砂利27種類)	0	2 (7%)		2 (7%)		0	3 (11%)
	〃 (碎石25種類)	0	3 (12%)		6 (24%)		0	2 (8%)
許 限 容 度	細骨材	2.5*	3*		3			10
	粗骨材	2.5*	3*		1		40	12

*比重と吸水量の許容限度は、JIS コンクリート用碎石についてのみ規定されているが、ここでは一応砂、砂利についても同じ値を考えた。

を40mmとした場合の単位水量に換算した。

スランプ6.5 cmのコンクリートを作るために必要な単位水量のヒストグラムと、コンクリートマニュアル、建設省標準配合表、建築学会標準調査表などに示される単位水量の値を図—1に示す。試験結果はこれらの標準表の値よりも多くの単位水量を要する場合がかなりあり、道内の骨材に対して標準表に示される値は一般に考えられているような安全すぎる値であるとは必ずしもいえない。このことは、今回試験した骨材試料は、特別良質のものを選んだものではないこと、現地で採取したままの粒度で使用し粒度調整はしていないこと、などが原因となっていると考えられる。



図—1 コンクリートの単位水量の分布

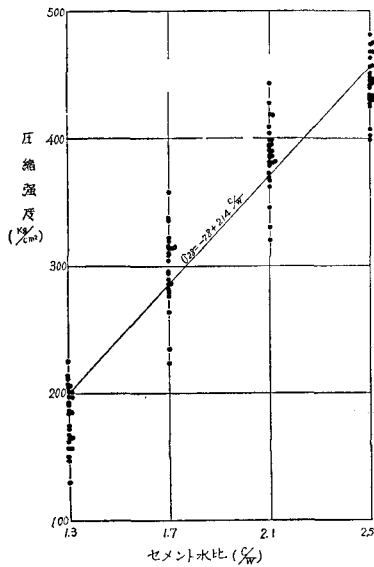
しかしながら、単位水量の最大値と最小値とでは約50 kgの差があることは、骨材の品質がコンクリートのコンシステンシーに与える影響が大きく、標準表を用いる際に留意すべきことを示すものである。

骨材の品質特性とコンクリートのコンシステンシーとの関係については、粒度、形状 (角ばりや丸み)、表面の粗さなどが要因として挙げられている。このうち、骨材の形状については、多くの研究者により細長、扁平、角ばりなどの程度を表わすための測定方法が提案されているが、コンクリートのコンシステンシーとの間に明確な関係を示すような方法は見出されていない。JIS「コンクリート用碎石」その他で碎石の形状を示す指数として採用あるいは推奨されている実績率と、コンクリートの単位水量との関係を調べたところ、5%有意水準で相関関係があったが、他の文献に見られるほど明確な関係ではなかった。これは、本調査では細骨材の品質が大幅に変化しているためと考えられる。個々のコンクリートについては、単位水量を多く要するコンクリートは細骨材と粗骨材の両方または一方の実績率が小さい場合がほとんどであった。実績率の平均は、細骨材が64%、碎石が58%であったが、細骨材No.44と碎石No.25の実績率はそれぞれ57.7%、54%で最も小さな値であり、これを組合せたコンクリートの単位水量が191 kgと最大であったのはその著しい例である。

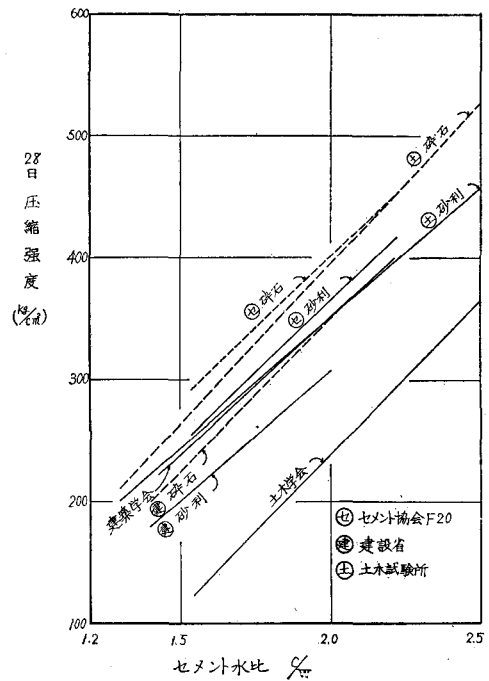
(ロ) コンクリートの圧縮強度

セメント水比とコンクリートの28日圧縮強度との関係は図—2、3に示すとおりである。同一のセメント水比でも骨材が相違すると最大80 kg/cm²程度の強度差を生ずることがわかる。ここで得られた実験式と既往の文献による実験式あるいは提案式とを比較すると図—4のようになる。

土木学会の式のように余裕をもたせた式とそうでない式とをそのまま比較することは無意味であるが、本実験式はセメント協会の実験式および砂利コンクリートの場合にはセメント強度を本実験の結果から400 kg/cm²としたと



図一 2 材令28日における砕石コンクリートのセメント水比と圧縮強度



図一 4 C/Wと σ_{28} の関係の比較

きの建築学会の式とよく近似していた。建築学会の式

$$\sigma_{28} = K/x(61 - 0.34x)$$

K = セメント強度 (kg/cm^2), x = 水セメント比

は道内のコンクリート用骨材を用いた場合にも標準的な値を示すものと考えられる。

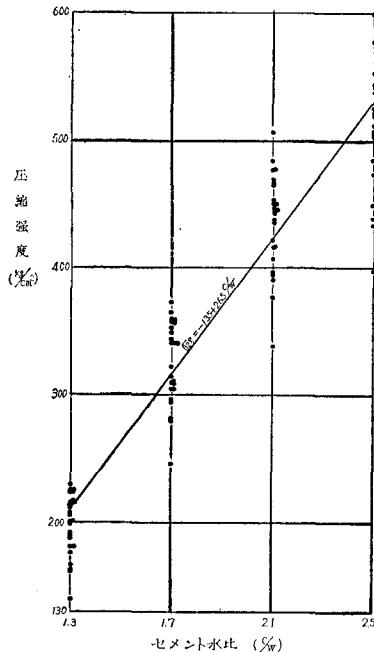
砕石コンクリートと砂利コンクリートの強度比は、水セメント比77%, 59%, 48%, 40%のときそれぞれ105, 111, 114, 115であり、一般にいわれている値とはほぼ一致した。

なお、7日強度と28日強度との関係は次のようになった。

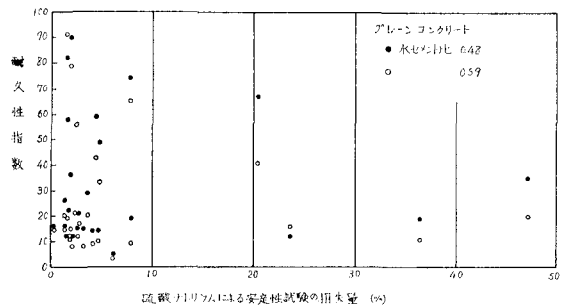
$$\sigma_{28} = 93 + 1.12\sigma_7$$

(ハ) コンクリートの凍結融解に対する抵抗性

凍結融解試験の結果求めた耐久性指数と骨材の安定性試験の損失量との関係を示す一例は図一5のとおりであ



図一 3 材令28日における砕石コンクリートのセメント水比と圧縮強度



図一 5 硫酸ナトリウムによる安定性試験の損失量と耐久性指数との関係

り、両者の間に明確な関係はなかった。安定性試験は骨材の健全性の促進試験として行なわれるものであるが、この試験では安定性試験の損失量44.8%の碎石を用いたコンクリートの耐久性指数が平均を上廻る値を示した例もあり、安定性試験は凍害抵抗性判定の役割りをしない。これは、硫酸ナトリウムの作用と凍結融解作用の機構の相違によるものであるが、一般には安定性試験結果の劣る骨材は他の性質もよくないので、安定性試験の意義は失なわれていない。

砂利コンクリートと碎石コンクリートでは、耐久性指数に有意差は認められなかった。

今回の試験では、ブレンコンクリートを用いているため、凍結融解作用によりセメントペースト部分が先に壊れ、骨材自体の影響は試験結果に大きく表われなかった。A Eコンクリートとした場合に、骨材がコンクリートの凍害抵抗性に及ぼす影響については、今後更に調べる必要があると思われる。

現在の北海道内のコンクリート工事で、気象作用を受ける場所に使用する時はA Eコンクリートとするのが一般的であり、その場合の凍害抵抗性はブレンコンクリートよりも大幅に向上するので、耐久性の点からはある程度品質の劣る骨材でもかなりの範囲まで使用できそうである²⁾。したがって、今回調査した骨材の耐久性は、骨材試験の結果、コンクリートの凍結融解試験結果および実際の使用経験からみて、ほとんど問題はないと思われる。しかし、粗骨材中に軟石が含まれているときは、骨材試験の結果には顕著に表われなくても、凍害によりコンクリート表面に近い軟石がはじける現象が多く起きているので、別途考慮する必要がある。

4. コンクリートの標準配合について

コンクリートの配合は、各使用箇所ごとに試験練りによって定めるのが原則であるが、小規模工事ではそのようなことを行なってもあまり経済的にならないので、標準配合を利用することが広く行なわれている。また、標準配合は、試験練りを行なう際の仮配合としても有用である。コンクリートの標準配合としては、骨材の良否を考慮するのが合理的であるが、現在各機関で定められている標準配合ではそれはあまり行なわれていない。しかし、標準配合の適用範囲を北海道内に限定すると、主要な骨材の種類もある程度にとどめて、骨材の品質を考慮に入れた標準配合を定めることが可能である。

以下、今回の調査結果から、道内骨材を対象とし、骨材の品質を考慮した土木用コンクリートの標準配合を提案する。

標準配合の作成方法は、下記のようにして行なった。

(1) 骨材の品質を次の3段階に分ける。

- A 品質のよいもの
- B 普通の品質のもの
- C いくぶん品質の劣るもの

② 骨材A、BおよびB、Cの間には、同一コンシステンシーとするための単位水量差が10kg、同一水セメント比の場合の強度差が約40 kg/cm²あるものとする。

この結果、表一5のように単位水量およびc/wと σ_{28} の関係式を定めた。骨材をA、B、Cの3段階に分けるにあたっては、試験の結果が、単位水量は表一5に示す値よりも少なく、かつ、 σ_{28} は表一5により計算した値よりも大きくなるようにした。 σ_{28} を計算する場合の単位水量wは、実験により得られた値でなく、表一5の値を

表一5 骨材の等級による単位水量およびc/wと σ_{28} の式

粗骨材最大寸法 骨材の等級		単位水量 (kg)		c/w と σ_{28} の関係
		25mm	40mm	
砂利 コン コ ン ト	A	168	156	- 80+215 c/w
	B	178	166	- 100+215 c/w
	C	188	176	- 120+215 c/w
碎 石 コ ン ト	A	179	166	- 80+235 c/w
	B	189	176	- 100+235 c/w
	C	199	186	- 120+235 c/w

(スランブ5cm、ブレンコンクリート、普通ポルトランドセメント使用)

表一6 条件の異なる場合の補正

条 件	単位水量	σ_{28}
スランブ1cmの増減に対して	1.2%の増減	
早強ポルトランドセメントの場合		+ 50kg/cm ²
混合セメントB種の場合		- 50kg/cm ²
減水剤を用いる場合	0.85倍	0.90倍
A E剤を用いる場合	0.90倍	0.85倍

用いるほうが、セメント量と強度との関係をみるうえでよい。

条件の異なる場合の単位水量と強度の補正は表一6による。

使用材料、設計基準強度、耐久性から定まる最大水セメント比などの諸条件が決まれば、表一5、6から所要の単位水量と単位セメント量を求めることができる。こ

表-7 砂利コンクリートの等級

A						B						C					
No	骨材		No	粗骨材		No	細骨材		No	粗骨材		No	細骨材		No	粗骨材	
	産	地		産	地		産	地		産	地		産	地		産	地
13	沙流川	平二取町風谷	4	沙流川	平二取町風谷	18	石狩川	滝川市	1	石狩川	滝川市	2	当別川	当別の沢	2	当別川	当別の沢
14	苫小牧市	錦岡海岸	7	静内川	静内町	19	様似町	海岸	6	幌別川	浦河町	22	美瑛川	美瑛町美沢	11	美瑛川	美瑛町美沢
17	三石町	三石川海岸	5	三石川	三石町	27	羽幌町	中川町佐久	8	天塩川	中川町佐久	32	十勝川	池田町	19	十勝川	池田町
20	天塩川	市別	9	天塩川	市別	29	音標川	ニカヅナイ海	15	羽幌川	築別川混合	42	斜里町	川向海岸	27	斜里川	斜里町
21	名寄川	各寄名市中	10	名寄川	各寄名市中	33	広尾町	枝幸町	17	音標川	枝幸町音標						
23	美瑛川	神楽町	12	美瑛川	神楽町	34	釧路市	大楽毛海岸	20	楽古川	広尾町						
24	空知川	南富良野町	13	空知川	南富良野町	38	興部町	喜楽海岸	21	阿寒川	阿寒町						
25	石狩川	旭永市	14	石狩川	旭永市	39	雄武町	幌内海岸	23	興部川	興部町						
26	天塩町	天塩川海岸	8	天塩川	中川町佐久	40	常呂川	訓子府町	24	幌内川	雄武町						
26	天塩町	天塩川海岸	16	遠別川	遠別町				25	常呂川	訓子府町						
28	小平町	太穀海岸	3	石狩川	深川市												
31	札内川	帯広市	18	札内川	帯広市												
37	興部町	沙留海岸	22	渚滑川	渚滑町												
41	常呂川	端野町	26	常呂川	端野町												

表-8 砕石コンクリートの等級

A				B				C			
No	骨材	粗骨材		No	細骨材	粗骨材		No	細骨材	粗骨材	
		産	地			産	地			産	地
14	苫小牧市 錦岡海岸	1	札幌市 常盤	4	蘭越町 磯谷海岸	3	寿都町 丸山	3	浜益村 昆砂別海岸	2	浜益村 昆砂別
4	蘭越町 磯谷海岸	5	岩内町 島野	5	寿都町 歌楽海岸	4	泊村 磯谷海岸	34	釧路市 大楽毛海岸	22	釧路村 遠矢
6	蘭越村 堀株海岸			6	蘭越村 堀株海岸	4	泊村 堀株海岸	43	斜里町 ウトロ海中	25	斜里町 ウトロ
14	苫小牧市 錦岡海岸	8	京極町 春日	4	蘭越町 磯谷海岸	6	古平町 稲倉石				
10	知内町 海岸	11	七飯町 鳴川	6	蘭越村 堀株海岸	7	島牧村 泊(玉砕)				
11	江差町 柳崎海岸	12	江差町 東山	7	島牧村 江の島海岸	9	八雲町 落部				
10	知内町 海岸	13	知内町 頓牛	8	砂原村 砂崎海岸	10	尻岸内町 日浦				
11	江差町 柳崎海岸	14	乙部町 豊浜	9	尻岸内町 古武井海岸	15	北松山町 須築海岸(玉砕)				
15	登別市 富岸海岸	16	室蘭市 母恋北町	12	北松山町 太櫓海岸	17	豊浦町				
28	小平町 大段海岸	18	増毛町 信(砂玉砕)	16	伊達町 有珠海岸	21	根室市 桂木				
30	浜頓別町 フタウシ海	19	浜頓別町 豊浜	36	浜中町 恵茶人海岸	23	浜中町				
35	標津町 茶志骨海岸	20	標津町 忠(玉砕)	34	釧路市 大楽毛海岸	24	弟子屈町 鐘別				

れにより得られる値はいずれも安全を見込んだ値である。

表一5の方法により、今回調査した骨材を試験結果をもとにして等級づけをしたものが表一7,8である。

以上に示した方法は、骨材の使用にあたっての目安となるものであるが、これは一回限りの試験によっており、同一産地の骨材でも時期により品質の変動があることを考慮しなければならない。また、重要な工事では試験練りを行なうことが必要であるし、その骨材について使用した時の実績値のある時は、それが優先するのはもちろんである。

5. あとがき

道内の主要なコンクリート用骨材を用いたコンクリートの強度・耐久性を明らかにし、骨材使用に際しての資料を提供した。また、これらの試験結果をもとにして、

道内産骨材を対象としたコンクリート標準配合を作成する方法について述べた。しかし、骨材の産地は一定ではなく、今後新しい産地の骨材を順次用いることになるので、これらについて資料を整備していくとともに、骨材試験からの確に品質の良否を判断できるようにして、骨材資源の有効な利用を図ることが必要である。

終りに、この調査の計画、実施にあたり御指導いただいた土木試験所長林正道博士に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 日本コンクリート会議：コンクリート碎石の品質規準作成に関する調査報告書，昭和44年3月
- 2) 前川，今井：低品質の碎石がコンクリートの諸性質に与える影響について，土木試験所月報第198号，昭和44年11月