

北海道開発局土木試験所 正員 今井 益隆

同 上 正員 松尾 徹郎

北海道開発局札幌開発建設部 上島 丈夫

1 まえがき 従来より、コンクリート用骨材の有力な供給源とされてきた河川や海岸の多くは、近年に至り、利水計画や海岸保全などの理由から、採取に対する規制が強まりつつある。このような情勢から、未利用資源を有効に且つ適切に使用する方法についての検討が強く望まれている。

本報告は、産地を異にする礫石砂を主たる対象とし、その粒形、粒度、微粉末の量が、モルタルおよびコンクリートの強度、凍結融解に対する抵抗性など諸性質に与える影響を検討したものであり、寒冷地におけるコンクリート用材料としての、使用法に関する資料を得ることを目的として行なった実験の結果である。

2 使用材料 細骨材として

表-1 細骨材の物理的性質

研石生産の際に生ずる「研石砂」2種と、専用製砂システムにより製造処理した「研砂」1種、およびこれらの砂を0.15mmフルイで水洗いして微粒分を除去した砂を用いたほか、平均的品質をもつ「天然砂」を使用した。各種細骨材の物理的性質を表1に示す。また、0.15mm以下、微	種類	試験番号	産地	比重	吸水率 (%)	単位容積重量 (g/cm^3)	実積率 (%)	凍結融解安定性 凍結融解損失量 (%)	フルイ分け(累加残留量)(%)							粗粒率
									5	2.5	12	0.6	0.3	0.15		
	研石砂	Te	手稲	2.58	2.56	1.567	62.3	5.9	1.9	0	2	31	62	84	95	2.74
	水洗砂	Te'		2.60	1.92	1.515	59.4	—	—	0	2	31	63	85	98	2.79
	研石砂	To	常盤	2.53	5.50	1.402	58.5	21.9	2.3	0	2	31	54	68	81	2.36
	水洗砂	To'		2.62	3.17	1.506	59.3	—	—	0	3	37	64	82	97	2.83
	研砂	K	鹿子	2.51	1.93	1.612	65.5	5.3	2.7	0	6	31	57	75	88	2.57
	水洗砂	K'		2.47	2.33	1.520	63.0	—	—	0	8	36	65	85	98	2.92
	天然砂	N	錦園	2.73	1.10	1.814	67.0	0.5	0.7	0	5	21	43	76	98	2.43

礫石生産の際に生ずる「礫石砂」2種と、専用製砂システムにより製造処理した「研砂」1種、およびこれらの砂を0.15mmフルイで水洗いして微粒分を除去した砂を用いたほか、平均的品質をもつ「天然砂」を使用した。各種細骨材の物理的性質を表-1に示す。また、0.15mm以下の微粒分を5、10%に調整した砂、研砂と天然砂の組合せによる混合砂(20、40、60、80%)による試験も実施した。なお、粗骨材は静内川砂利(最大寸法25mm 比重2.75、吸水率1.3%)、セメントは普通ポルトランド、混和剤は主として減水利を、コンクリート試験にのみ使用した。

3 実験方法 モルタル試験は、セメント水比1.3、1.7、2.1の3種とし、各々フローが 190 ± 5 となる様な砂の重量を求めた。快試体は $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ ほり型であり、試験は7、28、91日の3材令で実施した。コンクリートの配合は、スランパ7 $\pm 1 \text{ cm}$ 、空気量 $5 \pm 1 \%$ を目標として決定した。セメント水比は1.3、1.7、2.1の3種であり、細骨材率はそれぞれ41、38、35%とした。試験は、凍結融解ASTM C 666に従って材令14日から開始したのを除き、フリージング、圧縮、曲げ、引張強度などの各試験は、すべてJISに従って実施した。試験材令は28日を基準としたが、圧縮強度試験では7、91日も追加した。

4 実験結果とその結果 1) モルタル試験

α配合 同一セメント水比において、所定のフロー値を得るための細骨材セメント比が大きい程、流動性の良い細骨材といえる。単位水量比を求めた図-1によると、礫石砂の混合率の増加、あるいは微粉末量の増加に伴って水量は増加した。すなわち、天然砂Nに比較して研砂Kで

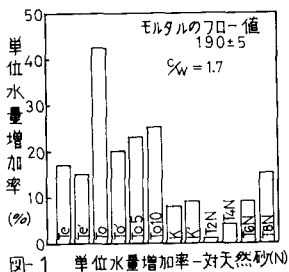


図-1 単位水量増加率-対天然砂(N)

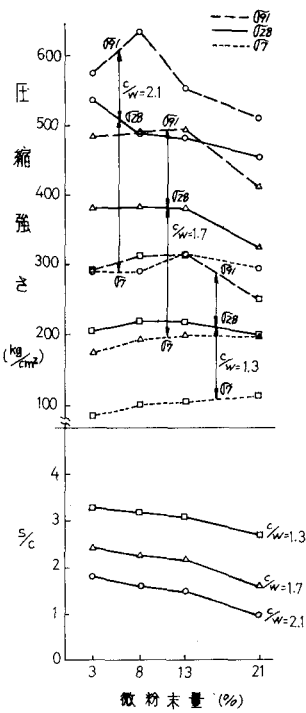


図-2 微粉末の量がモルタルの配合強度に及ぼす影響

は8%。研石砂Teでは17%であるのに対し、88μ以下の量が20%を超えたT0では42%の増加率を示した。

②強度 水洗い研石砂T0では、図-2のとおり微粉末量が5%増すとともに、細骨材セメント比は0.3減少したが、材令7日の強度は、セメント水比に関係なく増加の傾向が認められた。しかし、富配合の場合は、材令28日以降の強度が微粉末量の増加に従って低下し、セメント水比1.3、1.7でも強度の衰から、微粉末量は10%が限界といえる。

2) コンクリート試験 ①配合

スランパ7cmを得る単位水量は、図-3に示す様に天然砂Nに比較して、研石Kで22kg、研石砂Teで16kgの増加を要した。これは粒子の形状、破砕物特有の角張りを有し、且つ含有する微粉末が水分を吸着するためと考えられT0では54kg増と著しく大きく、空気連行能力も劣った。

②フリージング

セメント水比1.7の場合のフリージング率を図-4に示す。研石、研石砂の場合あるいはセメント水比の増大に伴ない、フリージングは減少したが、水洗い砂で増加したことから、微粉末がセメントと同様の保水性を促す効果をもつと推定される。

③強度 材令と強度の関係を図-5、6に示す。材令28日強度に対する比は、7日で天然砂N76、研石K64、研石砂Te59であり、91日では120、124、123、と長期強度の増進では研石、研石砂がやや有利となった。一方、セメント水比と強度の関係は、図-7の様に1.3の場合細骨材の種類による差異は殆んどないが、1.7では研石Kで34%、研石砂Teで14%、それぞれ天然砂の強度を上回り、セメント強度効率も天然砂N0.87に対し、研石K1.0、研石砂Te0.89と有利になった。従って研石、研石砂の場合、上述の様に使用水量が増すが、同一強度を得るためのセメント量は、4~5%増加するにすぎない。なお、引張強度は圧縮の1/6~1/5、曲げ強度は圧縮の1/6~1/5となった。

④凍結融解抵抗性 図-8に耐久性指数を示したが、すべての配合で70以上となった。また、いずれもセメント水比の程度によって耐久性が改善された。研石、研石砂の耐久性が、天然砂を上回った理由として、微粉末がセメント粒子のフロック構造の中に侵入し、水和作用を促進したと考えられる。また、フリージング率が小さいことが、表面組織を向上させてスケリングを抑えたと推定され、重量減少率でもこの実が明確となった。

5 むすび 研石砂、研石を用いたコンクリートは、所要の強度を得るための使用セメント量が若干増加する。しかし、凍結融解に対する抵抗性は天然砂に比較してすぐれており、研石砂の粒度、とくに微粉末量が過度にならない様、管理に留意することによって、十分実用が可能になるといえる。

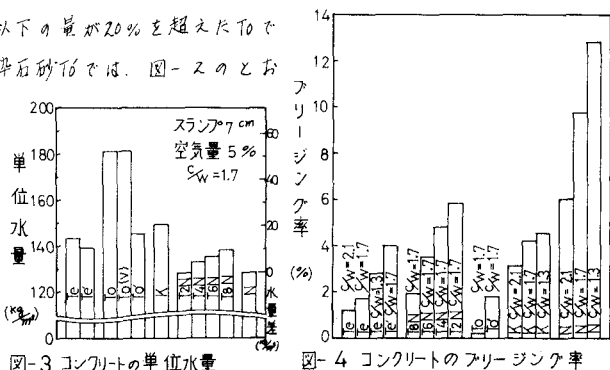


図-3 コンクリートの単位水量

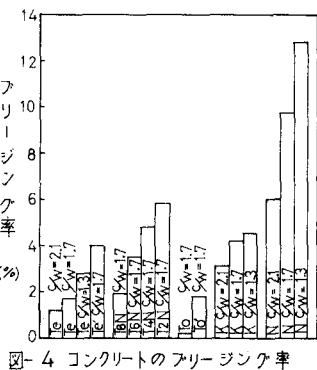


図-4 コンクリートのフリージング率

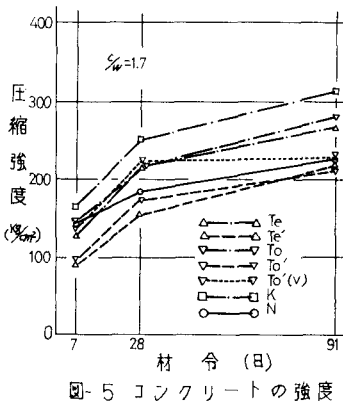


図-5 コンクリートの強度

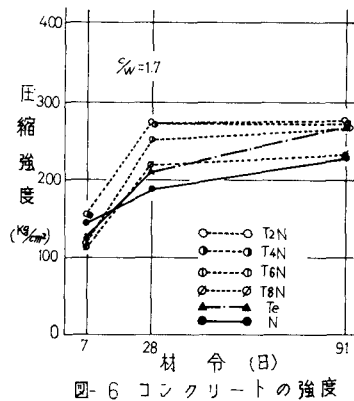


図-6 コンクリートの強度

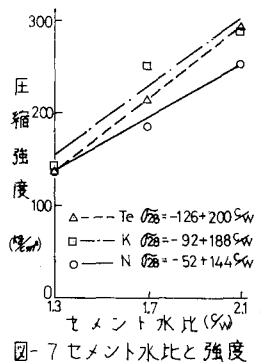


図-7 セメント水比と強度

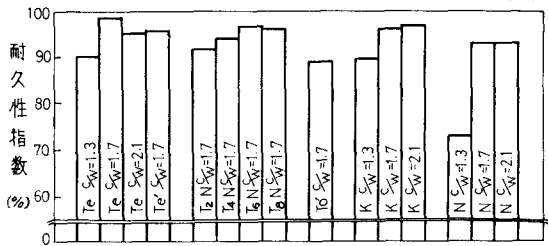


図-8 細骨材の種類と耐久性