

海砂のコンクリート用細骨材としての利用

九州大学 工学部 正 〇 石川 達夫
" " 岡 紀雄

1. まえがき

川砂の私底にともない、海砂をコンクリート用細骨材として利用することが多くなり、福岡地方では全砂量の50～80%に海砂を用いているのが実情である。海砂をコンクリート用細骨材として用いるときは、それに含まれる塩分により鋼材の発錆をうながすこと、また強度や水和熱への影響、貝から混入による影響などが問題となってくるであろう。土木学会コンクリート標準示方書によれば、「細骨材はこみ、どろ、有害物、等の有害量を含んではならない」(無筋コンクリート8条48)とあり、塩分量、貝から混入については、何等規定されていない。日本建築学会建築学会標準仕様書 JASS 5 鉄筋コンクリート工事によれば、「細骨材は海水に起因する塩分が含まれているおそれのある場合は、塩化物含有量を試験し、細骨材の絶乾重量に対して0.01% (NaClとして)もこえる塩化物を含有する場合は、水洗その他によつて上記の許容限度以下として使用する」(5.2.2.骨材)とある。このJASS 5の塩分量0.01%の規定によつてきたる根拠を調べ、塩分量のコンクリート強度への影響、スパイラルフラッシュファイヤを用いて洗浄脱塩の試験結果、貝から混入による強度への影響などについて、調査、試験した結果をここに述べる。

2. JASS 5. 塩分量 0.01% の規定

大島久次氏^{1), 2)}によれば、鋼材の腐蝕は水と空気とに支配されるが、鋼材がコンクリートで被覆されている場合は、コンクリートがアルカリ性であるため、水酸化イオン鉄の被膜が生成され、赤さびである水酸化イオン鉄がでるまではならず、鋼材は錆びなくなるとある。ところがコンクリート中に海砂を介して塩分が含まれると、水酸化イオン鉄の被膜は必ずしも緻密なものではなくなってくるため、鋼材の腐蝕の原因となり、したがって鋼材の発錆腐蝕は、水と空気とさらに塩分とが大きな要素となってくるが、塩分でもその含有量が0.5%ぐらいのとき、最も顕著であるといっている。鋼材は塩分によってその腐蝕が促進される。一方、セメントのアルカリ性によつて腐蝕が防止される。したがってこれら両作用の相殺性を考え、種々の微量塩分濃度の石灰飽和液中に軟鋼板片を浸漬し、一ヶ月以上の腐蝕試験を行なっており、その結果では、0.045%が発錆限界であることが分り、単位細骨材量640g/m³、単位水量225g/m³とすると、海砂の含有塩分許容限度は、0.014%となるが、最近のコンクリートの調(配)合は、細骨材率が高くなってきているので、0.01%と決めたとある。なお、0.5%のクロム酸カリまたは亜硝酸ソーダを用いることにより、この塩分許容量をそれぞれ2倍または10倍まで引き上げることができるとある。なお、粒子径の小さい海砂ほど含塩量は大きいとある。

3. 砂の塩分量とコンクリート強度

海砂の塩分含有量は、一般に0.01～0.2% (重量比)の範囲である。洗浄脱塩した海砂とそれとしない海砂を用いたコンクリートの強度は、ほとんど変わらないといわれている。海水使用の場合は、初期強度は海水練りが大きいが長期強度はあまり変わらないといわれている。^{3), 4)}大分県安岐川治水ダムコンクリート配合試験で行われた結果と、表-1, 2に示すが同様な結果とされている。⁵⁾冬期コンクリート打ちに用いられる塩化物の添加量に比し、また海水練りコンクリートに比して、海砂コンクリートの塩分量は著しく少ないものである。

4. スパラルクラッシュファイヤを用いた洗淨脱塩の試験結果

スパラルクラッシュファイヤを用いて洗淨脱塩する場合、どの程度脱塩されるかについて、安岐リジムに関して行なわれた試験結果を表-3に示す。洗淨1回で脱塩率は50%程度であり、洗淨後の使用水の廃水処理の問題、水洗処理による粒度変動もかなりありと考えられる。

配合種別	粗骨材の寸法 φ ₁₀₀ (mm)	水 W と 比 CF (%)	セメント P と 比 CF (%)	細骨材の寸法 φ ₇₅ (mm)	細骨材の割合 % (%)	単位重量 (kg/m ³)						塩分含有率 (%)	
						水		海水	セメント セメント	粗骨材 粗骨材	細骨材 細骨材		粗骨材 粗骨材
						水	水						
1	20	52	25	25	25	155	0	225	75	734	1,102	750	0.10
2	20	52	25	25	25	116	39	225	75	734	1,102	750	0.29
3	20	52	25	25	25	78	78	225	75	734	1,102	750	0.49

海砂の塩分含有率は0.1%、海水のそれは3.6%である。
塩分含有率は、単位細骨材重量(総乾状態)に対する重量百分率である。

表-1. 塩分含有率を変えたコンクリートの配合

配合	材令 3日	7日	28日	91日
1	64	149	263	337
2	65	146	251	359
3	75	176	274	408

5. 貝から混入の問題

海砂を細骨材として使用する場合、貝から混入されてくる骨材の貝から混入の許容量としては、大ロンドン委員会の方書がある。この許容量の2倍まで貝から混入した場合の試験結果

洗淨回数	塩分濃度	脱塩率	粗粒率
自然	0.02 %	0 %	2.93
1 回	0.01	50	2.89
2 回	0.009	55	2.87

では、単位セメント量、吸水率など変化はなく、3日、7日強度ではむしろ貝から混入の方が大きくていす。

6 試料の平均値

$$\text{脱塩率} = \frac{\text{自然塩分量} - \text{洗淨砂塩分量}(\%) }{\text{自然塩分量}}$$

表-3. 水洗による海砂の脱塩率

新宮沖で採取された海砂には、6~7mmのイヌガイ、ザルガイなどの貝から含まれているが、これはスクリーニングにより容易に取り除くことができる。この海砂の粒度曲線を図-1の砂s-0として示す。

この砂と塩酸中に浸して貝殻分を溶かした結果、この砂s-0中に重量で1.5%の5mm以下の小さな貝から片が混入していることが分った。先のイヌガイ、ザルガイなどの貝からロケンセ

表-2. 同試験結果

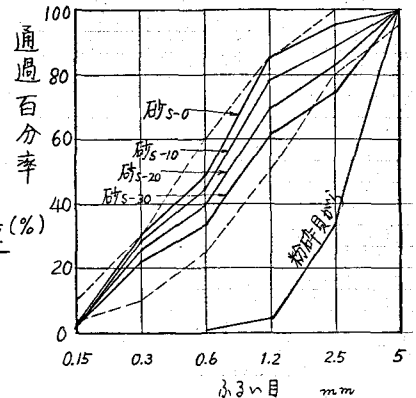


図-1. 貝から混入した海砂の粒度分布

材令	7日-値	3日				7日				28日			
		試料重量	試料体積	圧縮強度	弾性係数	試料重量	試料体積	圧縮強度	弾性係数	試料重量	試料体積	圧縮強度	弾性係数
砂													
砂s-0	208	558	45	220	561	66	351	559	73	474			
砂s-10	220	567	51	243	567	68	366	567	83	535			
砂s-20	222	567	51	245	569	68	373	569	83	496			
砂s-30	226	573	49	251	575	69	340	572	80	529			

表-4. 貝から混入海砂使用のセメントの強度試験結果

ルス試験で粉砕し(図-1, 粉砕貝から)これを砂s-0に重量で10%, 20%, および30% 混入し、砂s-10, 砂s-20, および砂s-30としてセメントの物理試験の強度試験を行なった結果を表-4に示す。

- 参考文献
- 1) 大島久次 細骨材としての海砂の利用 建築技術 61, 1956 「日本建築学会論文集(54) 1956 52」
 - 2) 新野善一, 山崎武, 大島久次, 佐藤三平, 佐入重和, 高谷孝一 海砂の鉄筋コンクリート工事への利用に関する研究 4-1, ~5, 1959
 - 3) 池部 幹 各種セメントの淡水・海水・塩水・硫酸水による試験 1965
 - 4) 奥玉 和之, 市所 隆男 練りまじり中の不純物がモルタルおよびコンクリートの諸性質におよぼす影響 コンクリートジャーナル Vol.6, No.11, 1968
 - 5) 大分県 製塩海水水質コンクリート配合試験 建設技術研究所 1969
 - 6) G. P. Chapman, A. R. Roeder The effects of sea-shells in concrete aggregates, Concrete Feb. 1970.