

[1007] 大型遠心脱水機による海砂の除塩について

正会員 田 沢 栄 一 (広島大学工学部)
 白 木 久 (北川鉄工所技術部)
 正会員 ○桶 本 治 郎 (北川鉄工所技術部)
 正会員 永 久 利 夫 (北川鉄工所技術部)

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の塩害による早期劣化が社会問題化し、コンクリートの品質向上、耐久性向上を図るための措置としてコンクリート中の塩化物総量規制が昭和62年4月1日より実施された。河川骨材の採取規制に伴い最近全国的に海砂が多量に採取されるようになり、特に西日本では海砂がコンクリート用細骨材使用量の大部分を占めるに致っている。コンクリート中への塩化物浸入経路のうち、特に現在問題になっている海砂からの塩分混入の実態からみ、従来の除塩法(散水法, 自然放置法, どぶ漬け法)に変わる均一性, 信頼性の高い機械式除塩法が要求されていた。そこで今回、大型遠心脱水機を使用し、海砂の除塩処理(以下処理と称す)に関する基本的な考察を行うことを目的とした実験を行なった。

2. 実験概要

2.1 実験装置

1) 大型遠心脱水機の原理及び構造

図-1 に本装置の断面構造図を示す。

ドラム内に投入された海砂に必要な量の洗浄水(清水)を散水して海砂の表面に付着している塩分を溶解及び希釈させ、次にドラム回転数を上昇させると遠心力により、塩分を含んだ洗浄水は砂の粒子間から分離(以下脱水と称す)されてドラム内面のフィルターの網目を通してドラム外に排出され、ドラム内の砂は塩分濃度の低い砂になる。

図-2 に示すように洗浄水の散水を1回行ない、その後ドラムの回転数を上昇させ、脱水して処理を完了する方式を散水回数1回と定義し、洗浄水を散水した後脱水し、再度散水した後脱水して処理を完了する方式を散水回数2回と定義する。さらに、散水と脱水を3回繰返して処理を完了する方式を散水回数3回と定義する。

2) 大型遠心脱水機の仕様

型 式 SS-16

ドラム容量 1.6 m³/バッチ

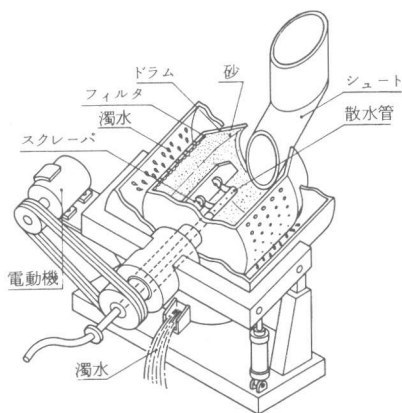


図-1 大型遠心脱水機の構造

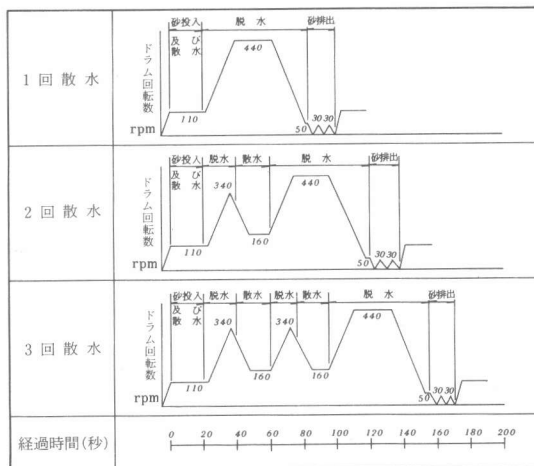


図-2 散水パターン

(概略ドラム寸法φ 1660 × 2040^l)

遠心効果 0 ~ 240 G (0 ~ 510r, p, m)

2.2 実験使用砂

表-1 に示す3種類の砂を使用した。なお、洗浄水は上水道 (Cl⁻ 0.002%) を使用した。

2.3 実験項目

表-2 に実験項目を示す。

砂の除塩性については、遠心効果を一定 (180G) にし、散水率及び散水回数 (以下散水パターンと称す) を変えた場合の砂塩分濃度を測定し比較した。

ここで

$$\text{散水率} = \frac{\text{散水量}}{\text{砂の絶乾重量}} \times 100 (\%)$$

2.4 実験方法

1回の実験で処理する砂の量は、すべて1.6 m³ になるように計算してサンドスタビライザに入れた。

また、散水量は処理前の砂の含水率を測定して、砂の絶乾重量に対して所定の散水量となるように補正し、その散水量を1~3回に分けて散水した。(例えば、散水率60%, 散水回数3回とは、20%の散水量を3回散水することである。

散水パターンと、砂の投入、散水、脱水の時間的關係、及びドラム回転数の変化については図-2 に示す通りである。

処理後の砂は、ドラム内砂層 (厚さ23cm) の内、中、外の3点を決め、スクレーパで所定の位置まで削り取って排出した後、所定位置の砂を直接ドラムからサンプリングした。

砂の塩分濃度の測定結果の値は、上記3点の平均値とした。

また、濁水は1.5 m³ のタンクに全量を集めた後よく攪拌し、SS濃度等の測定に用いた。

なお、塩分濃度の測定には、(財)国土開発技術研究センターの技術評価品「U-7CL」を使用した。

3. 海砂の除塩に必要な理論水量

水洗 (どぶ漬け法) による海砂の除塩に必要な理論水量を決定する要因は、採取された海砂の塩分濃度 (L₁)、含水率 (m₁) と、目標とする処理後の塩分濃度 (L₂)、含水率 (m₂) であり、砂の絶乾重量に対する除塩に必要な理論水量 (W) は、次式で求めることができる。

$$\text{必要な理論水量 } W = \frac{L_1 \times m_2}{L_2} - m_1 \text{ ----- } \%$$

安全性を考慮した実際の処理の場合には、上記の数式で求めた水量以上の清水が必要となるが、L₁ = 0.3%, m₁ = 10%, m₂ = 8% とした場合の、処理後の塩分濃度と理論

表-1 使用砂の種類

産地	物理的性質						塩分濃度 (NaCl%)
	比重	吸水率 (%)	粗粒率	単位容量重量 (t/m ³)	透水係数	0.074mmフル イ通過率(%)	
丸亀	2.55	2.22	1.90	1.24	3.8 × 10 ⁻²	1.41	0.222~0.290 平均0.262
瀬戸田	2.53	2.27	2.59	1.37	2.9 × 10 ⁻²	2.08	0.370~0.505 平均0.430
長浜	2.60	2.35	2.33	1.39	2.8 × 10 ⁻²	2.25	0.249~0.311 平均0.269

表-2 実験項目

実験項目	測定項目	備考
砂の除塩性	塩分濃度	塩分濃度計
	比重 吸水率	JIS A 1109
砂の物理的性質	粒度	JIS A 1102 1103
	単位容量重量	JIS A 1104
	透水係数	JIS A 1218
濁水のSS濃度および流出分	SS濃度	JIS K 0102
	粒度 (粒子)	JIS A 1202 1204

水量の関係を図-3に示す。

4 実験結果及び考察

4.1 海砂の除塩性及び均一性

表-3に丸亀産海砂の処理前の塩分(NaCl)濃度と、処理後の塩分濃度の試験結果を示す。

なお、処理前と処理後の砂の表面水率の測定結果も併記した。

処理後の塩分濃度の測定値は、同一ドラム内でサンプリングした内部、中部及び外部ともばらつきが少なく、比常に均一に除

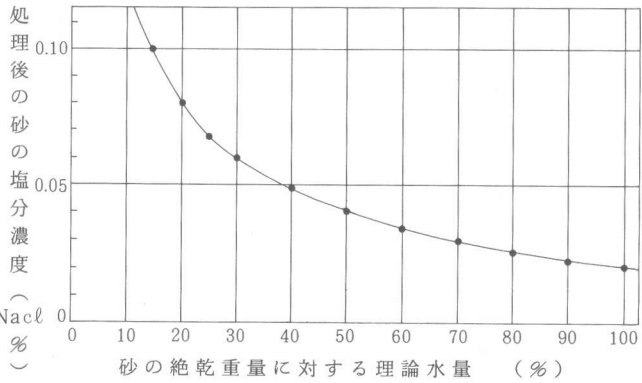


図-3 処理後の塩分濃度と理論水量の関係

塩されていることが判る。図-4(a)に散水回数の違いによる散水率と、除塩処理後の砂の塩分濃度の関係を、表-3をもとにグラフにして示す。

表-3 除塩性能試験結果 (丸亀産海砂)

散水パターン		砂の塩分濃度 NaCl (%)					表面水率 (%)
散水率 (%)	散水回数 (回)	処理前	処 理 後			3カ所の平均	
			内	中	外		
10	1	0.258	0.1230	0.1170	0.1300	0.1230	5.73
20	1	0.262	0.0259	0.0449	0.0457	0.0388	4.90
20	2	0.282	0.0097	0.0188	0.0309	0.0198	4.97
30	1	0.254	0.0119	0.0193	0.0219	0.0177	4.82
30	2	0.290	0.0073	0.0094	0.0140	0.0102	5.35
30	3	0.250	0.0066	0.0081	0.0101	0.0083	5.42
40	2	0.283	0.0084	0.0087	0.0087	0.0086	4.89
40	3	0.275	0.0053	0.0056	0.0059	0.0056	5.19
60	1	0.246	0.0078	0.0086	0.0091	0.0085	5.49
60	3	0.222	0.0048	0.0043	0.0041	0.0044	4.89

処理前の塩分濃度0.258%の海砂を散水回数1回、散水率10%の処理をした場合の処理後の塩分濃度は0.123%であり、処理前の約1/2となっている。散水率30%では0.0177%となっており、処理前の約1/15にまで除塩されている。

散水回数2回、散水率30%で処理した場合の塩分濃度は、同じ散水率30%の散水回数1回に比べ約1/2になっている。

散水回数3回、散水率30%で処理した場合の塩分濃度は、同じ散水率30%の散水回数1回に比べ約1/2、散水回数2回に比べ約1/1.2となっている。

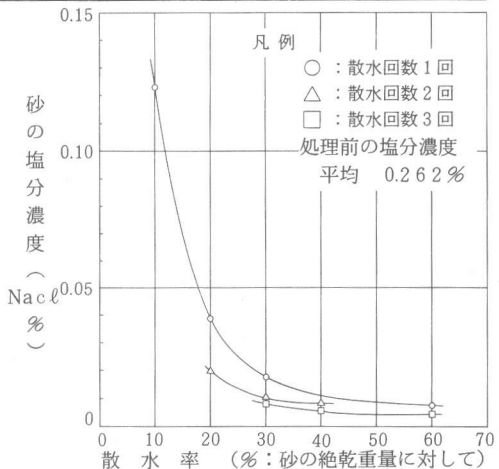


図-4(a)散水率と砂の塩分濃度 (丸亀産海砂)

この図から処理による除塩性(処理前に対する処理後の塩分濃度の低下率)は、散水率が高い程良く、散水率が同一な場合には散水回数が多い程良いことが判る。

散水回数が多い程除塩性が良いという効果は、前述の理論散水量の数式を散水回数に相

当する回数だけ繰り返して計算することによって、容易に理解することができる。

散水率を40%以上とした場合の処理後の塩分濃度は、散水率の増加分に比較してほとんど低下していない。これは散水率の効率的な範囲をある程度示すものであり、これ以上の除塩効果を期待する場合には、散水回数を4回、5回とした散水パターンに変えて処理する方が効果的であると考えられる。図-4(b)に瀬戸田産海砂、図-4(c)に長浜産海砂の場合の散水パターンの違いによる、散水率と処理後の砂の塩分濃度の関係を示す。

3種類の海砂の除塩性を各図の曲線勾配から判断すると、丸亀産、瀬戸田産、長浜産の順に除塩性がよいと言える。これは、各砂固有の物理的性質によるものと推定されるが、透水係数の大きさの順と一致しているとの見方ができる。

4.2 処理後の砂の物理的性質の変化

表-4に処理後の砂の物理的性質試験結果を示す。表中、散水率0%の欄は処理前の砂の物理的性質を示している。

処理砂の比重、吸水率及び粗粒率は、処理前に比べほとんど変化していない。

0.074mmフルイ通過率は、処理前に比べ0.12~0.18%の減少であり、処理による微粒子の流出量が非常に少ないことを意味している。

5 まとめ

(1) 散水と脱水を繰り返す(2~3回が実用的)処理方式によって、水洗(どぶ漬け法)に必要な理論水量以下の水量で除塩できる。

(2) 海砂の除塩性は、各砂固有の物理的性質によって決定されるが、塩分濃度0.3%程度の海砂を0.02%までに除塩するには、散水率30%以下(散水回数3回)でよい。

(3) 処理砂の物理的性質は

処理前に比べほとんど変化しない。最後に、本実験に協力いただいた東京理科大学の樋口教授、群馬大学の辻助教授及び、大成建設㈱と、建設機械化研究所に謝意を表す。

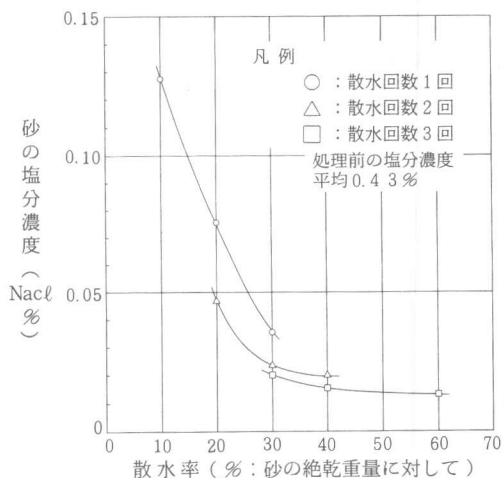


図-4(b) 散水率と砂の塩分濃度(瀬戸田産海砂)

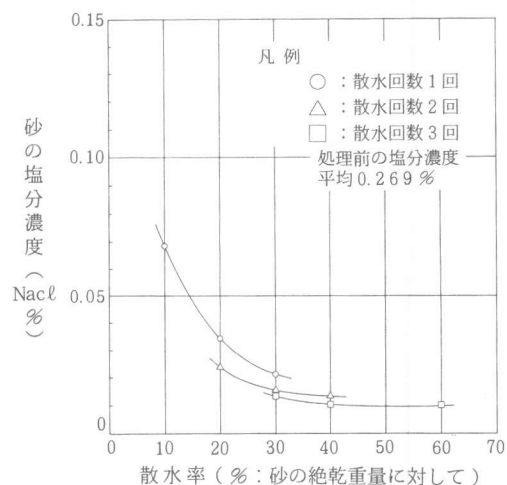


図-4(c) 散水率と塩分濃度(長浜産海砂)

表-4 物理的性質試験結果

産地	散水パターン		比重	吸水率 (%)	粗粒率	0.074mmフルイ通過率(%)
	散水率(%)	散水回数(回)				
丸亀	0	0(処理前)	2.55	2.22	1.90	1.41
	30	1	2.56	2.22	1.92	1.43
	30	2	2.54	2.19	1.86	1.39
	30	3	2.54	2.21	1.88	1.29
瀬戸田	0	0(処理前)	2.53	2.27	2.59	2.08
	30	1	2.53	2.26	2.59	2.11
	20	2	2.54	2.24	2.58	2.00
	30	3	2.54	2.24	2.69	1.90
長浜	0	0(処理前)	2.60	2.35	2.33	2.25
	30	1	2.61	2.34	2.29	2.17
	20	2	2.60	2.36	2.26	2.28
	30	3	2.61	2.29	2.24	2.09