

足利工業大学工学部 正 会 員 ○黒井登起雄

足利工業大学工学部

松 村 仁 夫

1. 研究目的

十数年来海砂はコンクリート用細骨材として使用されることが多くなり、特に西日本では50%近くの割合で、レデーミクストコンクリートの細骨材として、海砂が使用されている。この際重要なことは、海砂を洗って、塩化物イオンを除去することである。その除去の目安はコンクリート標準示方書に規定されているように、「海砂質量に対して0.06% (Cl)、または0.02%以下」である。海砂の塩化物イオン含有率の管理、あるいは判定試験には、化学的な滴定法（例えば「モール法」、「ファヤンス法」、「電位差滴定法」など）が用いられ、また最近では、イオン電極法、電極電流法、電流滴定法、あるいはモール法を応用した簡易型の塩化物イオン測定器による測定方法も検討されている。これらの何れの試験方法とも海砂の塩化物イオンを直接測定するのではなく、「一定量の海砂に含まれる塩化物イオンを一旦水溶液中に抽出してから、その水溶液の塩化物イオンの量を求める」もので、その際の塩化物イオンが完全に抽出されているのかが試験方法の重要な問題となる。本研究は、海砂の抽出方法について幾つかの実験等を行って検討した結果を報告するものである。

2. 実験の概要

2.1 試料および使用機器 試料は、NaClを所定量混入して、塩化物イオンの濃度レベルを0.02%、0.06%および0.20%に調整した川砂（粗留率；2.83）、および水洗いによって、濃度レベルを0.07%および0.20%に調整した海砂（粗留率；1.45）を用いた。塩化物イオンの濃度を調整した川砂は、約3ヶ月貯蔵しておいたのちに実験に使用した。海砂の塩化物イオン含有率の測定は、主に電位差滴定法を用いた（一部ファヤンス法も用いた）。比較のために簡易測定器法でも測定を行い、測定原理の異なる簡易測定器①（原理；イオン電極法）、簡易測定器②（原理；電極電流測定法）、簡易測定器③（原理；電量滴定法）、および簡易測定器④（モール法）を用いた。

2.2 実験方法 実験は基本的に、次の手順で実施した。

- (1) 試料約500gを広口ビンに入れ、絶乾状態にして、正確に質量を測定し、蒸留水200mlを加えて攪拌する。
- (2) 10m、30m、60m、3h、6h、10h、24h、および48h 試験液を静置したのち、再度攪拌してから上澄溶液を採取し溶液の塩化物イオン濃度を各種の測定法によって測定する。

一部の実験では、試料に水分が5%、および8%含有する状態のもの、抽出溶液の水量を200、300、400、および500mlにしたものも行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 海砂の塩化物イオン抽出時の水量 表1は、NaClを添加した川砂、および海砂の各濃度レベル毎に、抽出水量と電位差滴定法で測定した塩化物イオン含有率との関係を調べた結果である。川砂の場合、各塩化物イオン含有率のレベルとも、抽出水量を変えた塩化物イオン含有率は、塩化物イオンの溶出程度の差が影響し、かなりのバラツキがみられる。海砂の塩化物イオン含有率は、濃度レベル0.06%のとき、0.073~0.078%、また、レベル0.20%のとき、0.210~0.217%であり、溶出速度の差も少なく、抽出水量の影響は顕著に認められなかった。

3.2 海砂の塩化物イオンの抽出時間と溶出率 図1、および図2は、塩化物イオン含有率の異なる海砂、

表1 抽出時の水量の影響

抽出水量 抽出水量	川 砂 (NaCl添加)			海 砂	
	0.02% 測 定 値 (%)	0.06% 測 定 値 (%)	0.20% 測 定 値 (%)	0.06% 測 定 値 (%)	0.20% 測 定 値 (%)
200ml	0.017	0.054	0.159	0.078	0.210
300ml	0.013	0.033	0.116	0.073	0.213
400ml	0.020	0.038	0.105	0.077	0.213
500ml	0.012	0.041	0.144	0.073	0.217

* 抽出時間；24時間、測定法；滴定法（電位差滴定）

** 測定温度；平均17.8℃、範囲17.1~19.0℃

およびNaClで含有率を調整した川砂で、抽出時間を24時間までで実験した塩化物イオンの溶出率と抽出時間との関係を示した。また、図3は、低濃度領域の川砂、および海砂を用いて、抽出時間を48時間までとしたときの塩化物イオン溶出率と抽出時間との関係を示した。

図より、塩化物イ

オン含有率0.20% 図1 塩化物イオン溶出率と抽出時間の関係
程度の高濃度領域の砂の場合、10～60分の抽出時間では、塩化物イオンの溶出率は80～90%であり、完全に溶出するまでに3時間程度の抽出時間が必要である。粒径の細かい海砂でも1～3時間必要である。また、塩化物含有率0.02～0.07%の低濃度領域の場合には、塩化物イオンの溶出にかなりの時間が必要で、川砂程度の粒径(FM=3.00)で、含有率が0.02%程度の場合には、24時間程度の抽出時間が必要である。海砂のように比較的粒径が細かい(FM=1.45)場合には、塩化物含有率レベル0.07%程度するとき、約6時間で溶出する。このように、海砂の塩化物イオンを常温で抽出するには、24時間程度の時間が必要であると考えられる。

3.3 海砂の付着・含水量 海砂の塩化物イオン含有率の測定は、通常試料を絶乾状態にして行う。この作業は時間を要するので、湿潤状態で、測定精度上特に問題なければ、試験は非常に簡便になる。しかし、試算、および実験の結果、砂の含水量が約1%であれば、塩化物イオンを約4%少なく測定するだけですむが、含水量3%以上では、塩化物イオンを10%以上少なく測定することになるので、海砂の塩化物イオンの管理の点で危険になる。

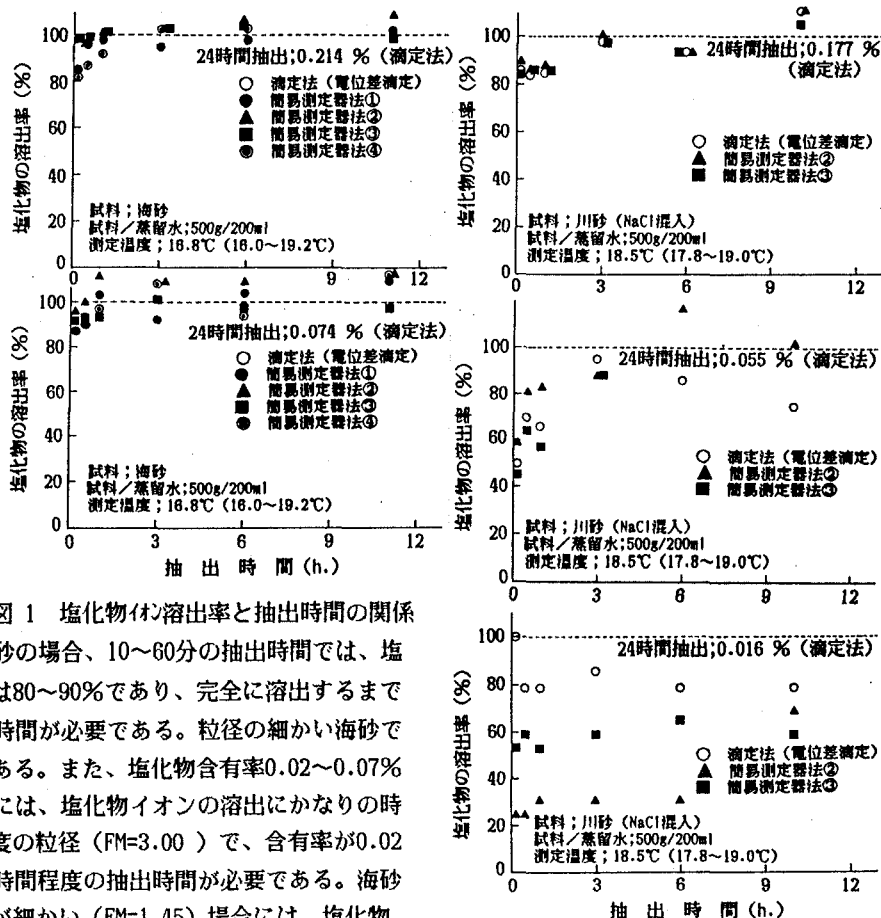


図2 塩化物イオン溶出率と抽出時間の関係

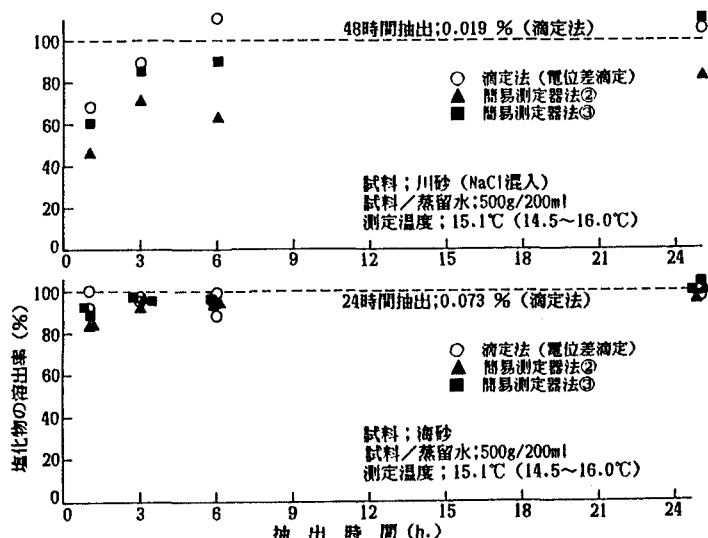


図3 砂からの塩化物イオン溶出率と抽出時間との関係