

鳥取大学 正員 西 林 新 蔵

〃 〃 〃 〃 木 山 英 郎

〃 〃 〃 〃 井 上 正 一

まえがき 近年、海洋開発に対する関心が非常に高まりつつあるが、これを材料の面から考えてみると、今まで陸上構造物に用いられてきた各種材料の海洋環境下における挙動を正しく把握し、これが海洋材料としての機能を十分に果しうるか否かを検討しておく必要がある。コンクリートにおいては、先ず耐海水性の面から検討するのが妥当であると考えられる。コンクリートの耐海水性については、(1)コンクリートにおよぼす海水の化学作用、(2)海水侵食によるコンクリートの機械的性質の変化、についての検討が必要である。(1)は、海水によるコンクリートの劣化が、海水成分のどのような作用によってもたらされるかを化学的に研究し、劣化の原因をつぎとめようとするものである。現在までの研究によると、海水による化学的侵食の原因は、海水中の SO_4^{2-} がコンクリート中に浸透し、セメントバチルスを生成して膨張するためと一般的に考えられており、 MgSO_4 や Na_2SO_4 溶液に対するコンクリートの安定性が耐海水性の示すものとみなされている。(2)は、海水によるコンクリートの劣化をコンクリートの強度・変形特性の観点から検討するもので、コンクリートの種類・浸漬条件等とともに考察される。

本研究は、コンクリートの耐海水性のうち、前述した(1)の面から検討を加えるために計画したものである。すなわち、同一条件の海水浸漬試験において、海水中に含まれている各イオン濃度がどのように変化するかを、代表的なイオン(Ca , Cl , SO_4)について海水中での増減量を化学分析によって定量し、その特徴を検討するとともに、コンクリートの劣化の過程との関連性についても検討するために計画した。

実験概要 使用した材料は、普通ポルトランドセメント、天然骨材(碎石、川砂(N))と人工軽量骨材(ライオナイト(L))、減水剤(ボゾリスNo8)で、コンクリートの配合は表-1に示す通りである。コンクリートは、找令1日、3日、7日、28日に海水中に浸漬し、これ以外に脱枠

表-1 Mix proportions

	スランパ (cm)	空気量 (%)	w/c (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					C	W	S	G	混和剤
N	10±1	5±1	45	45	367	165	791	966	C×0.25%
			55	45	300	165	817	998	〃
L	10±1	5±1	45	45	367	165	568	536	〃

翌日から淡水養生を施したものをコントロール用とした。供試体は、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ のもので、浸漬時枚毎に各3本、計54個を用意した。浸漬水の量は、供試体3本について30ℓとし、浸漬開始後56日までは2週間毎に、その後112日までは4週間毎に水道水および海水を入れ換えた。定量分析は、 Ca イオンはギロン滴定法、 Cl イオンはモール法、 SO_4 イオンは比濁法によって行なった。なお、分析は、浸漬後1日・4日・7日・14日、以後112日まで2週間毎に行なった。

結果と考察 図-1は、N-55(天然骨材、w/c=55%)を浸漬した海水の Ca^{2+} 、 Cl^- および SO_4^{2-} のイオン量 ΔC の経時変化を示したものである。ここで、 ΔC は原海水(供試体浸漬前の海水)の濃度に対する増・減をもって表わす。単位

(mg/cm^2)は、濃度差(ppm)に海水量(ℓ)を乗じた各イオンの変化量(mg)を供試体の表面積で除したもので、これは単位面積当りのイオン吸収量(吸収(+), 溶出(-))を表わすことになる。

Ca^{2+} は、全般的に、14日目までは経時日数とともに急激に増加し、14日前後で最大値に達した後は減少に転じ、

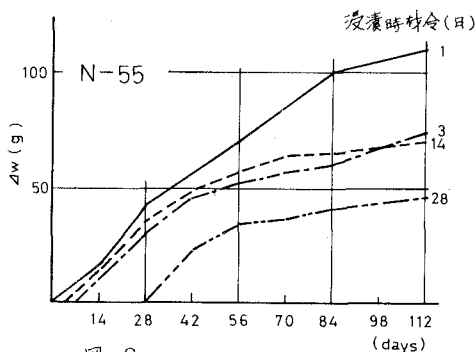


図-2

以後は緩やかな減少を続ける傾向が見られる。この Ca^{2+} の溶出がコンクリートの劣化に大きな影響を与えると仮定すれば、若枚令で浸漬した方が劣化が激しく、28日以降に浸漬した供試体の劣化はかなり少ないと言え、しかもこれが短時間に起ると考えられる。なお、 w/c と骨材別に見ると、 w/c の小さいものほど劣化が少なく、天然骨材と軽量骨材との間には明確な差は認められない。

Cl^- は、全般的に、枚令1日浸漬のものを除けば28日までは経時日数とともに急激に減少し、その後の減少割合は緩くなる。なお、枚令1日で浸漬したものは、測定全期間を通じて減少割合はほぼ同じである。 Cl^- の減少傾向は、骨材種別が同じであれば w/c による差は非常に少なく、骨材別では、軽量骨材の場合初期の減少が著しい。

SO_4^{2-} は、全般的に、経時日数とともに減少し、その傾向はゆるい曲線を呈する。さらに、枚令28日に浸漬を開始した供試体の SO_4^{2-} の減少は、他の枚令のもの約1/2程度である。なお、コンクリート種別による SO_4^{2-} の減少傾向の差は全般的に小さいと言える。

図-2は、イオン吸収量と経日変化との関係を示したものである。ここで ΔW は、海水の各イオン量の全減少量は浸漬されている供試体の中に全部吸収されたと仮定して、その単位体積当りの吸収量に供試体の体積を乗じて求めたものである。これによると、

海水のイオン量の減少の和(供試体に吸収される各イオン量の総和)は、供試体の浸漬時枚令によって異なり、打設の翌日に浸漬したものは、28日に浸漬したものに比して ΔW は著しく大きく、時間の経過とともにその差が大きくなる。また、3日、7日に浸漬したものは ΔW の差はほとんど認められず、さらにこの値は、枚令1日、枚令28日に浸漬したもののほぼ中間にある。全体の曲線の傾向はほぼ同じで、枚令1日目に浸漬したものを除くと、56日以降のイオン量減少の割合は小さくなる。

海水に浸漬された供試体の表面には、浸漬後約2ヶ月頃から淡褐色の薄い皮膜が生成した。この皮膜の成分は $Mg(OH)_2$ 、 $CaCO_3$ 、その他から成り、 Mg^{2+} と Ca^{2+} が全体の約90%を占めている。この皮膜が、イオンの吸収、溶出に大きな影響を及ぼすことが予想される。

以上が、本研究の概要であるが、今後、イオン濃度の変化とコンクリートの強度・弾性係数・重量・長さ変化などとの関係を明らかにして行きたいと考えている。

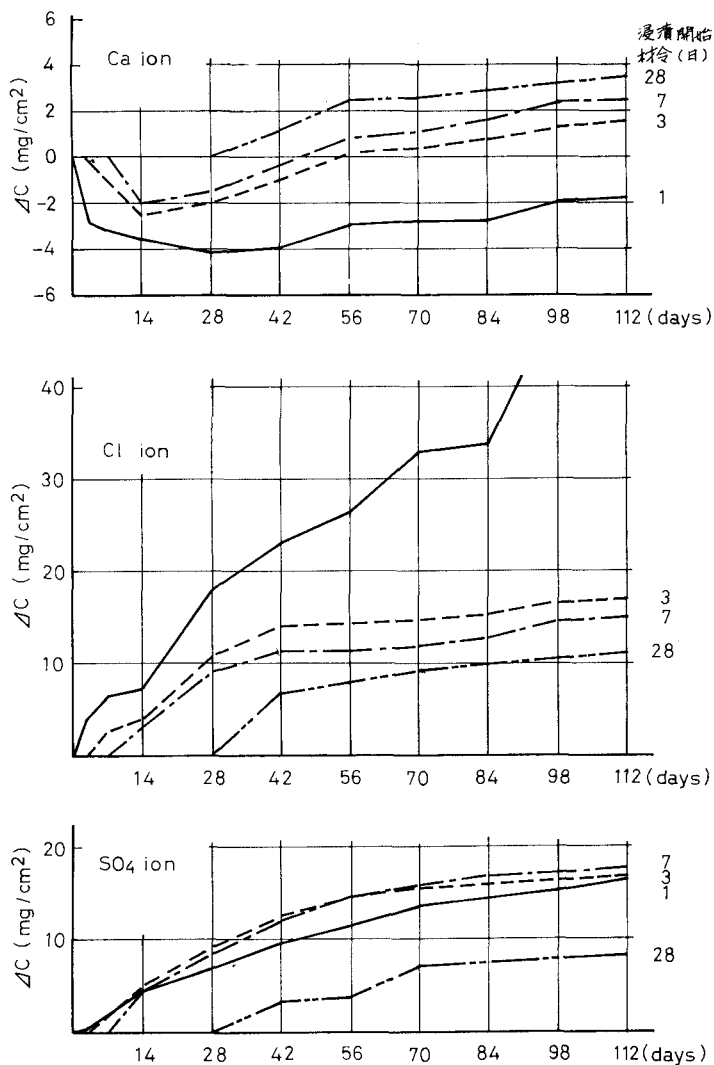


図-1 ΔC and times (N-55)