

鳥取大学 正員 西林新蔵
鳥取大学 正員 木山英郎
鳥取大学 正員 井上正一

1. まえがき 近年、わが国においても海洋開発に対する関心が急速に高まり、海洋環境や海洋構造物の機能に適した新材料の開発も活発に行なわれんとしている。しかし、海洋環境に最適の新材料が早急に開発されない限り、将来出現するであろう海洋構造物においても、鋼やコンクリートが重要構造物としての地位を占めることは疑の余地がないことである。従って、これらの材料が海洋環境のもとでも十分にその役割を演じ、材料が有する機能を十分に発揮させるためには、これらの材料が海水中でいかなる挙動を示すかの情報をあらかじめよく認識しておく必要がある。本研究は、コンクリートの耐海水性に関する基礎的研究の一環として、コンクリートの海水作用による劣化因子の中で、とくに潮汐帯での乾湿の繰返し作用を採り上げて実験的に検討するとともに、コンクリートの耐海水性促進試験法の開発をも図る目的で計画した。

2. 実験概要 使用セメントの種類と性質を表 1、2 に、コンクリートの配合を表 3 に、さらに実験計画を表 4 に一括して示す。コンクリートは打設後、枚令 3 日と 28 日から促進試験（水中浸漬 24 時間と炉乾燥（80℃）24 時間を 1 サイクル）を開始した。促進試験には $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 、強度試験には $10 \phi 20 \text{ cm}$ の供試体を使用した。測定項目は表 4 に示す通りで、物性変化の測定は原則として 2 サイクル毎の浸漬状態（浸漬終了時）に、強度試験は枚令 1～3 ヶ月毎に行なった。

3. 結果と考察 現在も測定を継続中であるが、ここでは 60～90 サイクル（枚令 150～200 日）までの結果

を報告し、若干の考察を加えることにする。促進試験と標準養生のものを比較するため、それぞれの条件におけるコンクリートの物性変化率を求め、さらに基準値として促進試験開始時（3 日、28 日）の値を採った。

(1) 長さ変化 耐海水セメントを用いたコンクリートでは、練混ぜ水の種類に拘らず、長さ変化はほとんど認められない。一方、普通セメントの場合には、 w/c が大きいものほど、海水を練混ぜ水として使用したものほど、さらには枚令から海水に浸漬したものほど長さ変化（膨張）が大きい。

(2) 重量変化 耐海水セメントの重量変化は非常に小さいのに対して、普通セメントではかなり大きく、とくに 28 日浸漬の場合にその傾向（減少）が著しい。しかし、 w/c や練混ぜ水の違いによる差は明確でない。

(3) 相対動弾性係数 (E_r) (Fig 1～5) 海水浸漬のものはセメントの種類に拘らず E_r は減少し、とくに普

表-1 セメントの物理的性質

セメントの種類	比重	粉末度	凝 結		安定性	強 さ 試 験		
		ブレン 比表面積 (cm^2/g)	始発 (h-m)	終結 (h-m)		圧 縮 強 さ (kg/cm^2)	3 日	7 日
普通ポルト ランドセメント	3.15	3,230	2-55	4-05	良	143	244	416
耐海水性 セメント	2.92	3,650	6-04	8-15	良	58	120	294

表-2 セメントの化学成分 (%)

セメントの種類	熱収縮 kg/loss	水不溶分 in sol	シリカ SiO_2	アルミナ Al_2O_3	酸化 第二鉄 Fe_2O_3	酸化 カルシウム CaO	マグネシウム MgO	無水硫酸 SO_3	合計 total
普通ポルトランドセメント	0.6	0.6	21.8	5.4	3.1	64.4	1.4	2.1	99.4
耐海水性セメント	0.2	0.3	34.6	16.8	0.8	42.9	2.9	0.5	99.0

表-3 配合設計

セメントの種類	観測 の最大 寸法 (mm)	スラブ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m^3)					水分 含有率 (%)
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤	
普通ポルトランドセメント	20	75±2	5.0	40	37	145	363	661	1152	0.91	0.65
普通ポルトランドセメント	20	75±2	2.5	60	42	158	263	797	1127	0.66	0.60
耐海水性セメント	20	75±2	5.0	40	37	144	360	655	1142	0.90	0.65

* 水分含有率は、練混ぜ水として海水を使用した場合の、塩分の NaCl 換算量を細骨材の総乾重量に対する割合で表わした値である。

表-4 実験計画

要 因	
セメントの種類	普通ポルトランドセメント (N) 耐海水性セメント (S)
水セメント比	40%, 60% (40, 60)
練混ぜ水	水道水, 海水 (W, S)
促進試験 ・海水浸漬×炉乾燥の サイクル ・フランクテスト(水道水浸 漬と炉乾燥のサイクル) 測定項目 および 測定条件	3S, 28S } 2 日 サイクル 3W 長さ変化, 重量変化, 動弾性係数 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 湿潤状態(浸漬終了, 乾燥開始直前)
標準養生試験 測定項目	長さ変化, 重量変化, 動弾性係数 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 圧縮 引張強度, 静弾性係数 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$

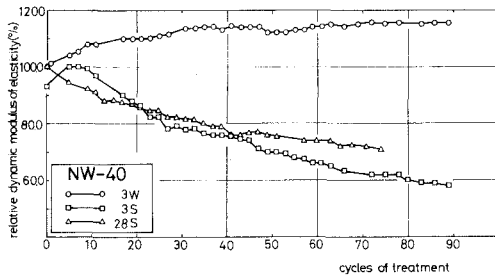


Fig. 1 Relationship between relative dynamic modulus of elasticity and cycles of treatment

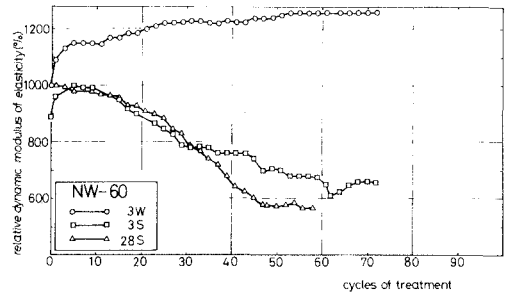


Fig. 2 Relationship between relative dynamic modulus of elasticity and cycles of treatment

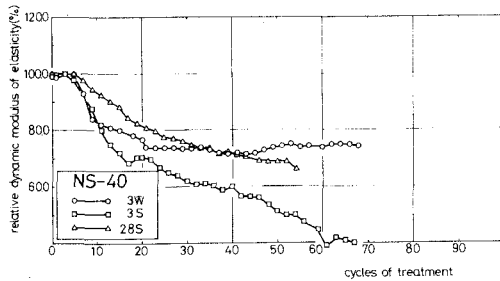


Fig. 3 Relationship between relative dynamic modulus of elasticity and cycles of treatment

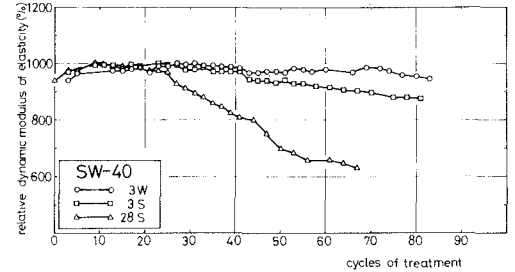


Fig. 4 Relationship between relative dynamic modulus of elasticity and cycles of treatment

通セメントで3日浸漬のものは、いずれも80サイクル以内に E_r が60%以下となった。 w/c 別では、 w/c の大きいものほど、浸漬枚数別では、普通セメントは若枚令(3日)、耐海水セメントは28日に浸漬を開始したものでいずれも E_r の減少率大きい。さらにセメント種類別では耐海水セメントの方がかなり耐久性が大であると判定できた。

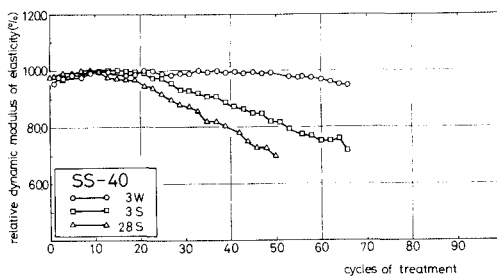


Fig. 5 Relationship between relative dynamic modulus of elasticity and cycles of treatment

(4) 耐海水性の評価 (Fig 6) Fig 6は E_r とブランク試験(3日促進開始)結果とを比較したものである。図から、同一セメントの場合には w/c の小さいものほど、同一 w/c では耐海水セメントの方が耐海水性が優れ、さらに水道水を使用した場合の方が、耐海水セメントでは若枚令で海水に浸漬したものの方が耐久性が良好である。なお、耐海水セメントを海水で練混ぜた場合には、普通セメントで $w/c=0.4$ とし水道水で練混ぜたものよりも耐久性が大きいことがわかる。

この促進試験を施したコンクリートと海水中に長期間静置したものの物性変化の相関関係については、数年間分の強度供試体を用意しているのでそれらの強度が得られてから改めて検討を加える予定である。

※ 西林, 阪田: コンクリートの耐硫酸塩性促進試験に関する研究, 土木学会論文報告集207号, 1972. 11

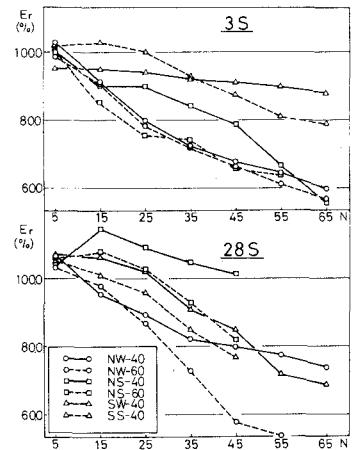


Fig. 6 Comparison with blanktest (relative dynamic modulus of elasticity)