

コンクリートの耐海水性の評価に関する一考察

鳥取大学 正員 西林 新蔵
、 林 昭富
吉田組(株) 正員 木俣 康祐
大成道路(株) 正員 斎藤 彰

1. まえがき

本研究は、コンクリートの海水による劣化の過程を観測する試験として長期海水浸漬試験、および乾燥と海水浸漬試験の繰返しによる劣化促進試験を採用し、これらの試験から得られた資料をもとに、コンクリートの耐海水性の評価方法についで、検討を加えるものである。

ここでは、異なる促進条件で行なった劣化促進の比較検討を行ない、さらに現時点において可能な範囲内で長期海水浸漬試験と劣化促進試験を比較対応させて両者の関連性について検討を加えるものである。また、各試験を施したコンクリート供試体中の生成物質について、粉末X線回折法により解析し、それらの生成物について検討するものである。

2. 実験概要

使用したセメントの性質を表-1に、コンクリートの配合を表-2に、実験計画・試験項目を表-3に示す。長期浸漬試験は、海水(20℃)と水道水(20℃)にそれぞれ浸漬し、その成分が変化することを防ぐため、海水・水道水とも約3ヶ月毎に新しいものと入れ替え、コンクリートの物性変化の測定を行なった。劣化促進試験A(1)は、海水(20℃)・水道水(20℃)浸漬24時間、炉乾燥(80℃)24時間を1サイクルとした、湿潤と乾燥を繰返すものである。促進試験A(2)は、恒温循環水槽を用い、海水(20℃)・水道水(20℃)浸漬16時間、乾燥(60℃)8時間を1サイクルとして、乾湿繰返しを行なうものである。また比較のために、海水(20℃)浸漬24時間・炉乾燥(60℃)24時間を1サイクルとする試験も一部について行なった。これら劣化促進試験においてのコンクリートの物性変化の測定は、浸漬終了後、乾燥開始直前に行なった。コンクリート中の生成物の同定は、X線回折装置を用い、対陰極Cu、電圧30 kV、電流15 mA、の条件下で回折図を求め、2θ-d変換表により面間隔を決定し、回折線の強度と併せて行なった。

表-1 セメントの物理的性質

比重	粉末度 (cm ² /g)	凝結試験		安定性	圧縮強度 (kgf/cm ² =x0.098 MPa)		
		初凝 (h-m)	終凝 (h-m)		3日	7日	28日
3.15	3230	2-55	4-05	良	143	244	416

セメントの化学成分

igloss	insol	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total
0.6	0.6	21.8	5.4	3.1	64.4	1.4	2.1	99.4

表-2 配合表

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランパ の範囲 (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)				花和剤 (I)	備考
					水	セメント	細骨材	粗骨材		
20	7.5±1	5.0	40	37	145	363	661	1152	0.91	長期試験 促進試験A(1)
		2.5	60	42	158	263	791	1127	0.66	
		1.5	60	42	184	307	758	1079	-	促進試験A(2)
		5.0	60	42	160	267	767	1084	1.34	

表-3 実験計画・試験項目

要因	水準	試験項目
練混ぜ水	水道水(W) 海水(S)	・長さ変化 ・動弾性係数 の变化
水セメント比	0.40 (40) 0.60 (60)	・重量変化 ・X線回折
試験開始材令	3日(3) 28日(28)	・供試体寸法 10×10×40(cm)
浸漬水	水道水(W) 海水(S)	

3. 結果と考察

促進条件の長さ変化(L.C.)と相対動弾性係数(R.E_D=E_a/E_{Dmax})におよぼす影響の一例を図-1に示す。

図-1から、乾燥温度の影響について検討すると、乾燥温度が高いほど動弾性係数の低下および長さ変化の増大が処理回数の早い時点から生じるが特性値の変化の程度にはほとんど影響がないものと考えられる。次にサイクル間隔の影響について検討すると、物性変化は、2日サイ

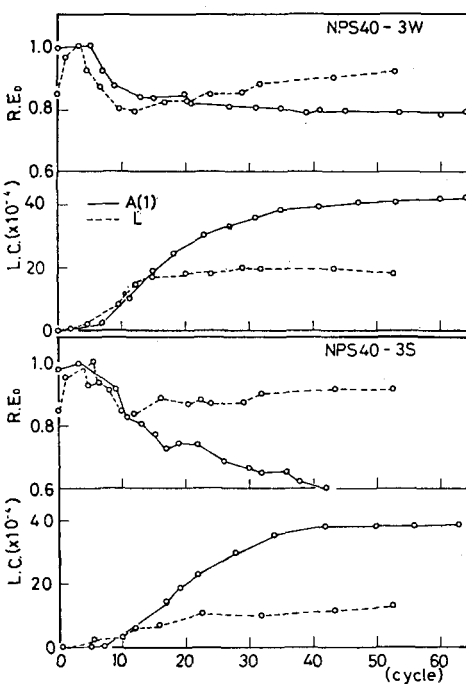


図-1. 促進条件による影響

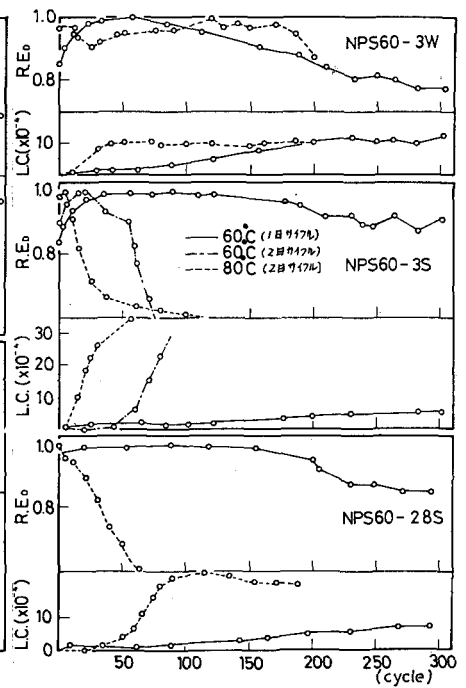


図-2. 長期試験と促進試験との関係

しかし、1日サイクルの場合、物性変化が緩やかであり、その変化に要する時間も長くと考えられる。図-1に示す、促進試験A(1)とA(2)の物性変化の相違は、乾燥温度およびサイクル間隔の影響とが重なり合ったものと考えられる。

長期浸漬試験と促進試験との関係の一例を図-2に示す。実験結果より促進処理1サイクルに相当する長期浸漬試験の日数は40～60日であると推定できる。そこで、促進処理1サイクルを50日と仮定し、両試験の比較を行なう。NPS40-3Wでは、動弾性係数、長さ変化ともに、その変化率は、ほぼ同程度であると考えられる。しかし長さ変化の絶対値は異なっている。NPS40-3Sでは、動弾性係数の低下が85%程度までは類似した変化を示すが、その後の変化に相違が見られる。長さ変化は促進試験の場合に浸漬試験に比べて変化が急激であると考えられる。これらのことより、長期浸漬したコンクリートと促進処理を施したコンクリートは全く異なる変化をするものではなく比較的近い変化傾向を示すと考えられる。

X線回折用の試料は、長期浸漬試験および促進試験に用いた同一条件の供試体から選り、表層部・中間部・中心部を破砕して採取し、コンクリート中生成物の同定を行なった。その結果、長期浸漬試験・促進試験によってコンクリート中に生成された物質は、エトリングイト、カルシウムクロロ・アルミネイト、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、石膏などである。エトリングイトの生成は、長期浸漬試験および促進試験A(2)を施した試料で確認されたが、促進試験A(1)の試料からは、はっきりと確認されなかった。このことは、乾燥温度の影響が大きかったものと考えられる。カルシウムクロロ・アルミネイトの生成は、試験条件に問わず、海水の影響を受けるすべての試料より認められた。また炭酸カルシウムはコンクリート表層部での生成が支配的であり、乾湿を繰返すことにより、より多く生成される。特に促進試験A(1)の場合に著しく多く確認された。水酸化カルシウムは促進処理200サイクル施した場合ピーク強度は著しく小さく、石膏の生成は、促進試験A(1)について、海水浸漬を施した場合に顕著である。これらの生成物のうち、カルシウムクロロ・アルミネイトはコンクリートの劣化に密接に関係していることが認められた。