

(株)神戸製鋼所 正員 萩原 俊一郎
(株)神戸製鋼所 正員 波田 駿夫

1 まえがき

本文の実験は、鉄筋コンクリート(RC)部材の耐海水性を知る上の一の資料を得る目的で実施されたもので、モルタルおよびRCの試験体を長期間温海水(50°C)にさらし、その劣化の状態を観察したものである。

試験はなお継続中であるが、ここにその途中結果を報告する。なお、温海水を用いたのは一つには腐食促進の意味もあるが、今後需要が高まると思われる海水用大型冷却塔などのコンクリート部材の使用条件を想定したものである。

2 試験計画

試験は表-1, 2に示すようにA, Bシリーズに分けて行なう。前者は、表-1に示すようにパラメーターを変化させて基礎的にモルタルの劣化を知る腐食試験である。また、この試験を行なうにあたりては、モルタルを10%の硫酸塩溶液に浸漬させて腐食を促進させている。後者は、RC部材に常時温海水が散水するときの劣化を調べるRC部材の耐久性試験である。

3 試験結果

A, Bシリーズの試験結果を図-1~3, 図-4~5に示す。なお、図中にプロットした値は、基準値に対する比率である。

3-1 Aシリーズの試験結果と考察

① 環境が相違する場合(図-1~3(a))

重量W, 弹性係数E, 圧縮強度Pは全て硫酸塩溶液に浸漬した場合に著しく低下する。

② セメントの種類が相違する場合(図-1~3(b))

重量比W_v/W_iはV型セメントと川砂を用いた場合(○印)にはばらつくようである。さらに、弾性係数E_vはE_iより小さくなるが、圧縮強度P_vはP_iより大きくなる。

③ 水セメント比が相違する場合(図-1~3(c))

重量比W₄₀/W₅₀はW/C=40%の場合に1.0より大きくなり、重量W₄₀の減少はW₅₀のそれより小さいことを表わしている。ただ、普通セメントと川砂を用いたとき(○印)の重量減少が大きくなっているが、この原因については今後の検討が必要と思われる。また、弾性係数E₄₀, 圧縮強度P₄₀はともにE₅₀, P₅₀よりやや大きくなる。

④ 細骨材が相違する場合(図-1~3(d))

水碎砂を用いた試験体の重量W_Aの減少は川砂を用い

表-1 Aシリーズの試験計画

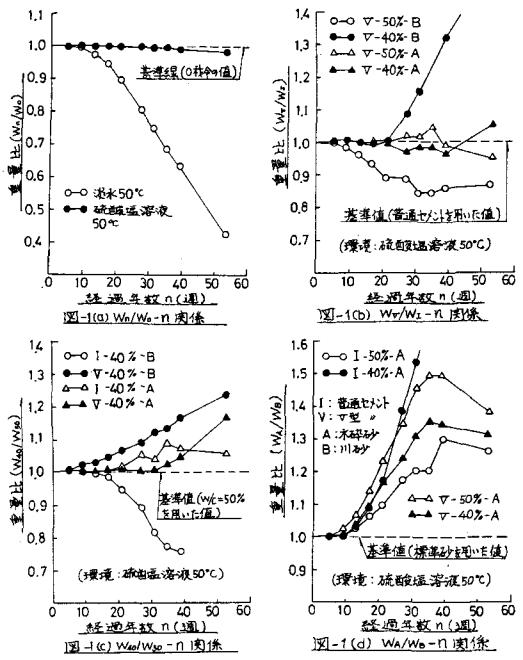
寸法(cm)	パラメーター	試験体数	測定項目	養生	環境	材令(月)
1×1×3 1×1×3	セメント V型セメント 細骨材 川砂 セメント比(50% 40%)	6 (96)	重量	D	S50 F50	13材令 10, 13, 15, 9, 13, 17, 21, 27, 31, 35, 39, 53
4×4×16 4×4×16	セメント V型セメント 細骨材 川砂 セメント比(50% 40%)	3 (48)	弾性係数	D F50 W F20	S50	5材令 10, 13, 27, 39, 53
					F50 F20 W F20	
5×16 5×16	セメント V型セメント 細骨材 川砂 セメント比(50% 40%)	3 (68)	圧縮強度	D F50 W F20	S50 F50 W F20	5材令 10, 13, 27, 39, 53

*:(C)内は試験体総数
D: 室内空気養生
(温度20°C, 湿度20%)
W: 室内水養生
(温度20°C)
F20: 20%の海水に浸漬
F50: 50%の海水への浸漬
海水養生を1週間づつ返す
S50: 10%の硫酸塩溶液
海水養生, 40%海水
はF50と同じ。

表-2 Bシリーズの試験計画

試験体	寸法(cm)	試験体数	セメント	かいさく	養生	環境	測定項目	材令(月)
モルタル 試験体	4×4×16 4×4×16	6 (58)	普通セメント 海砂セメント	X	S50	7材令 (0, 3, 6, 12, 18, 24, 36)		
			海砂セメント	Y	解離係数 (0, 3, 6, 12, 18, 24, 36)			
				Z				
コンクリート シリスター	10×20 (84)	3	普通セメント	X	S50	6材令 (3, 6, 12, 18, 24, 36)		
				Y	圧縮強度 (F50, F20)			
				Z				
人工ビザール 試験体	15×16×20 15×20×20	2 (16)	普通セメント	2	E _v の 腐食量 S50	7材令 (3, 6, 12, 18, 24, 36)		
				4				
				6				
梁試験体	15×16×150 15×18×150 15×20×150	2 (24)	普通セメント	2	E _v の 腐食量 S50	7材令 (0, 12, 24, 36)		
				4				
				6				

*: 試験体総数
X: 落灰養生
Y: 2週間間20°C
Z: 1週間間20°C
W: 室内空気養生
F20: 20%の海水
F50: 50%海水
S50: 50%硫酸塩溶液



場合の W_B より小さくなる。

3-2 Bシリーズの実験結果と考察

Bシリーズの試験体の W/C は、Aシリーズの試験結果およびコンクリートの打設の容易さを考慮して 45% にする。また、同試験体のセメントとして普通セメントを、細骨材には水碎砂を用いる。

① 図-4(a)～(d)からわかるように、弾性係数 E 、圧縮強度 P 、曲げ強度 M などの力学的な劣化は認められない。

② 図-4(a)～(d)から、蒸気養生した試験体 (X) の E 、 P 、 M は他の養生条件の値より大きいのがわかる。

③ 図-4(a)、(b)を比較すると蒸気養生で高炉セメントを用いた E が材令 12 ヶ月で普通セメントを用いた E より小さくなっているのが大きな相違点と思われる。

④ 図-5(a)は人工ヒビワレ試験体の鉄筋の自然電位 V_0 を示したものである。 V_0 は鉄筋と海水との間に生じている電位差である。

図-5(a)からわかるように、(i)かぶり厚の小さい試験体ほど V_0 が大きく、鉄筋は腐食しやすい状態にある、(ii) V_0 は経過年数とともに小さくなっていく、(iii)ヒビワレのない試験体では V_0 はかなり小さく鉄筋は腐食し難い状態にあると思われる。

⑤ 図-5(b)は定電位分極法によて求めたコンクリート内の鉄筋の腐食電流 i_c を示したものである。

図-5(b)からわかるように、(i) $t = 6\text{ cm}$ の i_c は最も小さく鉄筋の腐食進行が遅い、(ii)全体的にみると i_c は t とともに小さくなっている、(iii)耐海水鉄筋を用いた試験体の i_c はかなり大きい、(iv)ヒビワレのない試験体の i_c は著しく小さく鉄筋はほとんど腐食していないものと思われる。因みに、材令 12 ヶ月後ににおける鉄筋の腐食の深さ D をフリアデーの法則によて求めると、 $t = 2, 4, 6\text{ cm}$ に対して $D = 0.78, 0.71, 0.52\text{ mm}$ 程度である。

4まとめ

① モルタルの腐食促進試験の結果によれば、水セメント比が小さいほど耐久性に富むこと、また水碎砂を用いた試験体が川砂を用いたものよりも劣っているようである。また、V型セメントを用いた試験体と普通セメントを用いたそれとを比較すると、前者の場合圧縮強度は大きくなるが、その他の耐久性の面でそれほど大きな効果は期待できないようである。

② RC部材の耐久性試験の結果、材令 1 年では試験体の力学的な劣化は認められない。また、鉄筋の腐食はコンクリートのかぶり厚が大きいほど小さく、さらにコンクリートにヒビワレがなければ鉄筋はほとんど腐食しないようである。

後記 この実験は京大・岡田清教授、六車熙教授の指導ならびに(財)日本建築総合試験所・奥島所長、俊野主研他の協力を得て行なったものである。ここに深謝の意を表する。

