

大分工業大学 正会員 ○上 野 育 生

大分工業大学 正会員 三 浦 正 昭

1 まえがき

コンクリート中に埋め込まれた鉄筋の発錆状態を調べるため、コンクリート中に塩分を混入させる方法としては、海砂の使用、混合水として食塩水、海水使用等の方法がとられているが、海水濃度は、例くても3%程度であり、それ以上の高濃度の範囲での発錆を調べるには、人工的に種々の方法で塩分を混入させざるを得ない。著者らは、塩分混入方法として、(1)混合水として食塩水使用(人工海水)、(2)混合水として海水および稀釈海水使用、(3)食塩水を含浸させた砂使用(人工海砂)、(4)海砂および海・山混合砂使用、の4種の塩分混入方法に関して、混入塩分量とモルタル硬化体中の塩分含有量との関係を、空中及び水中養生の場合について検討したものである。

2 使用材料

本実験では普通ポルトランドセメントを使用、また細骨材の物理的性質は、

表1のとおりである。混合水としては、水道水、海水、食塩水を用いた。

表-1 細骨材の物理的性質

種 類	比 重	吸水率 (%)	粗粒率
山 砂	2.57	1.56	2.82
海 砂	2.47	5.95	1.79

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	W (g)	C (g)	S (g)
55	460	836	2,400

3 モルタルの配合と供試体作成方法および養生

本実験のモルタル供試体は、セメントの強度試験用の三連型枠で作成した

4×4×16cmのもので、三連型枠の2個分(供試体6本分)の配合量は表-2のとおりである。表-2に示す各量を計量後、練り鉢にて十分手練りし、フロー値を測定し、セメントの強度試験に準じて突き固め、打込翌日に脱型し、3本は材令14日まで水中養生、以後空中養生とし、他の3本は脱型後そのまま空中養生とした。

4 実験方法

4.1 塩分混入方法について

モルタル中への塩分混入方法は、前述のように4種とし、表-3に示す塩分含有量を目標とした。供試体は、空中および水中養生各51供試体、計102供試体について測定した。

4.2 塩分含有量の測定方法

(1) 混入塩分含有量の測定方法

食塩水、海水、人工海砂、海砂の塩分含有量の測定は、食塩水、海水については原液のまま、人工海砂、海砂については、20gの絶乾試料に蒸留水200ccを加えてかくはんし、上澄み液をNo.5Bのろ紙でろ過したものを試験液とした。なおその滴定方法は、硝酸銀で滴定するモール法で行なった。

(2) モルタル硬化体中の塩分含有量の測定方法

本実験では、モルタルをセメント粒子に近い粉末にすることとして、0.08mmふるいを通過するものを供試体につき30g以上採取し、これを絶乾としたのち、20gを正確に計り取り、100ccの蒸留水を加えてかくはんし、その上澄み液をNo.5Bのろ紙でろ過し採取した。しかし、このままでは、強アルカリ性であるためクロム酸銀が生成する前に水酸銀の沈殿が出来たりして終点の識別が不明確になり誤差を生じ易いので、塩素イオンを含まない硝酸でほぼ中性、pH7～7.9程度にしたものを試験液として前述のモール法で滴定した。

5 実験結果および考察

以上述べた4種の塩分混入法ごとに、その測定結果を示すと表-3のとおりである。

5.1 食塩水濃度から換算した砂の塩分含有量と実測値との関係について

食塩水濃度と理論的に砂の塩分含有量に換算した値および人工海砂の塩分含有量の実測値との関係は、図-1のごとく、とくに直線関係となり、実測値が理論値よりもいく分大きくなる傾向が認められた。従つて、砂の塩分含有量をそのまま食塩水濃度から理論的に換算すると誤差を生じかねるものと考えられ、この場合には、食塩水および海水に浸せきせしめた砂の塩分含有量を実測すべきである。

表-3 塩分含有量の測定結果

(1) 混合水として食塩水(人工海水)を用いた場合

食塩水濃度 (%)	モルタル硬化体中の塩分含有量(%)							
	水中養生				空中養生			
目標値	実測値	No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3
5	5.088	0.1903	0.1977	0.2080	0.1987	0.4703	0.3787	0.4195
3	3.004	0.1519	0.1416	0.1549	0.1495	0.1798	0.2034	0.2088
1	1.028	0.0472	0.0443	0.0428	0.0448	0.0769	0.0711	0.0628
0.5	0.505	0.0310	0.0229	0.0243	0.0261	0.0338	0.0305	0.0498
0.3	0.322	0.0243	0.0214	0.0229	0.0229	0.0203	0.0150	0.0164

(2) 食塩水を含浸させた砂(人工海砂)を用いた場合

食塩水濃度 (%)	人工海砂 の塩分 含有量 (%)	モルタル硬化体中の塩分含有量(%)							
		水中養生				空中養生			
目標値	実測値	No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3	平均値
5	4.986	1.080	0.2862	0.3009	0.2812	0.2894	0.4123	0.4108	0.4191
3	2.949	0.686	0.1866	0.1615	0.1637	0.1706	0.2567	0.2480	0.2209
1	1.025	0.306	0.0870	0.0767	0.0797	0.0811	0.1213	0.1223	0.1242
0.5	0.512	0.157	0.0288	0.0251	0.0229	0.0256	0.0725	0.0793	0.0757
0.3	0.310	0.087	0.0118	0.0155	0.0140	0.0138	0.0503	0.0522	0.0483

(3) 混合水として海水および天然海水を用いた場合

海水濃度 (%)	モルタル硬化体中の塩分含有量(%)							
	水中養生				空中養生			
目標値	実測値	No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3
3	3.001	0.1578	0.1409	0.1475	0.1487	0.1890	0.2243	0.2194
1	1.024	0.0583	0.0612	0.0597	0.0597	0.0976	0.0894	0.0783
0.5	0.520	0.0302	0.0302	0.0310	0.0305	0.0392	0.0295	0.0237
0.3	0.312	0.0197	0.0207	0.0226	0.0207	0.0295	0.0256	0.0251

(4) 海砂および海・山混合砂を用いた場合

砂の 種類	塩分 含有 量 (%)	モルタル硬化体中の塩分含有量(%)							
		水中養生				空中養生			
		No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3	平均値
海砂	0.8818	0.2109	0.2070	0.2070	0.2083	0.3393	0.3200	0.3132	0.3242
海・山 混合砂	0.4889	0.1062	0.1037	0.0964	0.1021	0.1629	0.1547	0.1605	0.1594
海・山 混合砂	0.2443	0.0447	0.0546	0.0585	0.0526	0.1039	0.1117	0.1175	0.1110

52モルタル硬化体中の塩分含有量について

(1) 混合水(食塩水および海水)として塩分を混入した場合

混合水として食塩水(人工海水)および海水を用いてモルタル中に塩分を混入した場合の混入塩分含有量とモルタル硬化体中の塩分含有量との関係は、図-2のごとくほぼ直線関係となる。また、空中養生と水中養生を比較すると混合水の塩分含有量が0.5%程度までは、あまり差はみられないが、混合水の塩分含有量が0.5%程度以上になると、空中養生を行なった場合の方がモルタル硬化体中に混入される塩分含有量が大きくなる傾向がみられた。

(2) 海砂混合砂を含むおよび人工海砂を用いた塩分を混入した場合

海砂および人工海砂を用いた場合の砂の塩分含有量とモルタル硬化体中の塩分含有量との関係を図示すると図-3のとおりであり、両者の場合ともモルタル硬化体中の塩分含有量には相違がないものと考えられ、その関係は直線関係となり、図中の関係式で表わされる。また、空中養生と水中養生を比較すると、水中養生の方が空中養生に比べてモルタル硬化体中の塩分含有量小さくなるようである。これは、養生中にモルタル中の塩分が水中へ溶出するためであると考えられる。例えば、砂の塩分含有量が0.1%、0.4%の場合の水中養生のモルタルの塩分含有量は、空中養生のモルタル塩分含有量の各々64%、28%程度である。

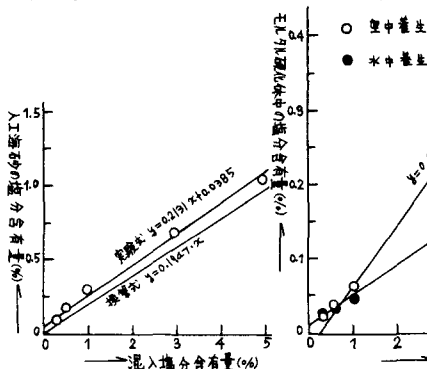


図-1 換算式と実測式との関係

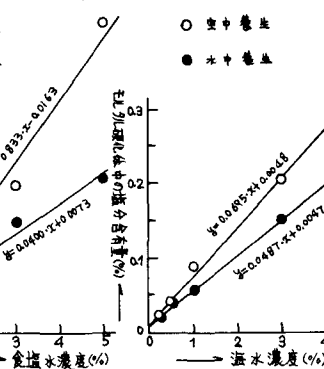


図-2 混入塩分含有量とモルタル硬化体中の塩分含有量との関係

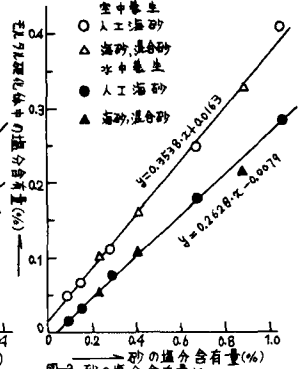


図-3 砂の塩分含有量とモルタル硬化体中の塩分含有量との関係

6 あとがき 以上が本実験ならびに考察より得られた要項であるが、要約すると

1) 混合水(食塩水・海水)濃度より、砂の塩分含有量を理論的に換算した値は、実測値より小さくなった。

2) 混合水として食塩水、海水を用いた場合のモルタル硬化体中の塩分含有量は、混合水の塩分含有量が0.5%程度までは空中、水中養生とも差異がみられないが、0.5%程度以上になると空中養生の方が大きくなった。

3) 人工海砂、海砂混合砂を含むを用いた場合のモルタル硬化体中の塩分含有量は、両者とも差異がなく、空中および水中養生の場合については水中養生の場合が空中養生の場合よりも小さくなった。