

塩化物のモルタル性状に及ぼす影響について

石川工業高等専門学校 正員 ○ 山田祐臣
 金沢大学 正員 柳場重正
 石川工業高等専門学校 正員 高桑重三

1 まえがき

海浜、海上構造物に於ては、レディミフストコンフリードだけでなく、練り混ぜ水として海水を使用したコンフリードも考えられてよい筈である。しかしながらTASS規定¹⁾海砂塩分含有量の限度の0.1%以下は海砂使用の奥態からみてさへ厳しく海水使用は尚難しい。海水使用を可能ならしめる為には塩分含有量の限度を思い切って海水濃度と逐々め、別に何等かの対応措置を講じて塩化物によるマイナス要因をコンフリード技術全般としてカバーする方が得策と考えられる。本実験の目的は海水及び海水に含まれる各成分を練り混ぜ水として使用したモルタルについて、その力学的性状、化学的性状を明確化し、海水使用対応策の一助とするにある。

表1 海水分析結果

2 実験概要

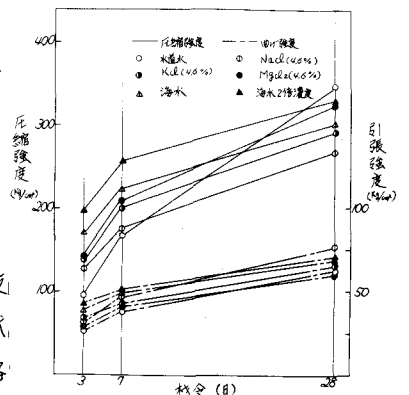
(1) 使用材料：セメントは普通ポルトランド(A社)、細骨材は豊浦標準砂を用いた。練り混ぜ水としては、水道水と海水(成分を表1に示す)を用いた。海水中に含まれる各成分の影響を調べるための各添加剤には、NaCl, MgCl₂, MgSO₄, CaSO₄, KCl, MgBr₂, SrSO₄, H₃BO₃ の8種試薬(いずれも1級又は特級)を使用した。

イオン	PPM
Cl ⁻	18080
Na ⁺	9990
SO ₄ ²⁻	2520
Mg ⁺⁺	1220
Ca ⁺⁺	390
K ⁺	360
Br ⁻	61

(2) 強度試験：w/c 65%, セメント：砂比1：2の一定配合とし、混練用は水道水、海水、更にはそれを煮沸2倍濃度としたもの、添加剤混入水(試薬+水道水)8種計11種とした。添加剤混入方法は使用水量の内割4.6%にて、水に溶解するものはあらかじめ溶解とし、他はセメントと混合して使用した。尚Cl⁻となるKCl, NaCl, MgCl₂についてはそれぞれ4種溶液濃度を変え濃度による影響を調べた。JIS R 5201にて供試体を作成、材令3日、1週、4週にて曲げ、圧縮強度試験を実施した。

図1 圧縮強度と材令

(3) X線回折 (2)の強度試験終了後の供試体又はX線回折用に特に作成した供試体(ペーストのみ)を乳ばちで指頭を感じなくなる迄粉碎した粉末試料をX線ディフラクトメーター(Cu Kα Ni フィルター, 35KV, 26mA, Scanning Speed 2°/min)によつて調べた。



3 実験結果及び考察

(1) 強度試験：海水及び海水含有成分を溶解した混合水(溶液濃度4.6%)と水道水を使用した場合とを比較する為に行った試験結果を図1に示す。こゝでKCl, NaCl, MgCl₂のCl⁻を持つ各薬品投入の場合はいずれも初期材令での曲げ、圧縮強度の増進が著

しく、3日において各々約25、40%増となっている。しかしながらこれら供試体は材令が進むにつれ、強度の伸びが緩くなり、4週圧縮強度においてはNaCl供試体を筆頭に甚だしい比強度減少をきたしている。海水使用の場合は濃度に応じて Cl^- 投入供試体と同様に初期強度が著しく促進されるが、圧縮強度は4週で1割強の減少となっている。又 Cl^- 投入供試体、海水使用供試体いずれも曲げ強度については4週において水道水に比し同程度又はそれ以上の値を示している。本実験範囲では Cl^- 以外の薬品投入供試体については海水に含まれる割合の少ない H_2BO_3 、 $SrSO_4$ 投入供試体を除いてそれ程大きな比強度減少を起していない。図2は塩化物濃度を種々に変えた場合で図中強度指数とは混合水に水道水を使用した場合の強度を100とし、同材令での混合用水を使用した強度を百分率で表わしている。これによると初期圧縮強度増進効果はNaCl 3%、KCl 2%、 $MgCl_2$ 5%で最大となる。又濃度を大にする程28日強度が粗習されNaCl 2%、KCl 3%で15%の強度減少を示している。

以上強度の面から、海水含有量を考え合わせればNaClにその対策の焦点を合わせればよい事となる。

(2) X線回折：各モルタル供試体のX線回折により、 $Ca(OH)_2$ 、エトリンガイト等の形成が認められ、更に $Ca-S$ の減少がセメントの水和につれ認められた。図3はこれらの材令及び各使用水別のX線回折ピーク高さの詳細を示している。 $2\theta = 29.5^\circ$ CaS 量と比較すれば Cl^- を有するNaCl、KCl、 $MgCl_2$ 投入供試体は水道水使用に比して3日、1週で CaS の量は少ないが4週では多少多く残在し、水和作用の進展が強度試験結果と相通している。 SO_4^{--} 、 Mg^{++} を持つ薬品を投入した供試体については CaS 量は Cl^- より3日、1週でそれぞれ多いが4週では水道水より水和は更に進み CaS 量は40~50の値となっている。 H_2BO_3 は他薬品投入供試体に比して CaS 量は各材令とも非常に多く水和作用の遅い事を示している。 $2\theta = 18^\circ$ に回折する $Ca(OH)_2$ は CaS と H_2O とにより形成されるので当然材令と共にその量は漸増する。図4にみる如く $2\theta = 9.4^\circ$ に回折するエトリンガイトはすべての供試体に1日目で形成されるが水道水使用供試体のそれが3日で消失するのに対し塩化物投入供試体はその濃度が多い程、材令が進行して目折線は消失しない。又 $2\theta = 11^\circ$ に Cl^- を持つ供試体(海水使用を含む)にのみ、フリーデル塩が材令1日目で形成される。その最も Cl^- 濃度と順じて多く、又4週を通じて一定量を保っている。これらエトリンガイト、フリーデル塩の量が海水使用の鍵となつていゝと思われる。

図2 濃度差による強度

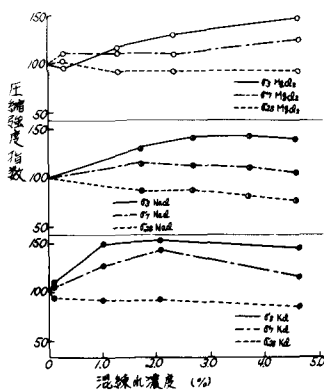


図3 X線回折詳細図

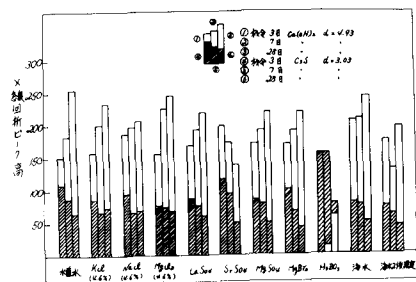


図4 塩化物X線回折

