

V-16 硫酸ナトリウム溶液に浸漬したコンクリートの物性の変化

九州大学 正 員 松下 博通
 学生員 源島 良一
 " 後藤 修次
 " ○ 浜田 秀則

1. まえがき

コンクリートは硫酸塩溶液中に長期間浸漬するとエトリンガイトを生成しその異常膨張によってコンクリートは劣化し、最終的には崩壊にいたる。温泉水や海水には様々な種類の硫酸塩が存在し、これらの影響を受ける構造物の安全性を確保するためには、コンクリートの耐硫酸塩性を十分に検討する必要がある。そこで、筆者らはコンクリートの耐硫酸塩性に関する一連の実験を開始した。本実験では、硫酸塩溶液として硫酸ナトリウムを使用し、コンクリートに湿潤と乾燥の状態を交互に与えて性状変化を調べ、乾湿繰り返し試験が耐硫酸塩性に対する促進試験になりうるか、また、コンクリートの耐硫酸塩性を示す指標としては何が適当であるかということも考察した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.17)と、耐硫酸塩ポルトランドセメント(比重3.21)の2種類とし、細骨材は海砂(比重2.60, FM 2.79), 粗骨材は角セン岩碎石(比重2.96, FM 6.68)を使用した。配合は表-1に示すとおりで、プレーンコンクリートとした。全ての配合について表-2に示す要因と水準で実験を行った。なお、供試体はφ10×20の円柱供試体とした。本実験では、コンクリートの劣化をNa₂SO₄溶液と水に浸漬した供試体の重量比、動弾性係数比、強度比により考察することとし、乾湿繰り返し数、4回、7回、11回、及び、14回後にそれらの値を測定した。なお、測定値はすべて2本の供試体の平均値をとった。

表-1 配合表

	W/C (%)	Cmax (mm)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				使用セメント
				W	C	S	G	
I	75	20	49.0	185	247	914	1083	普通ポルト
II	57	20	45.4	185	325	817	1119	普通ポルト
III	57	20	45.4	185	325	819	1121	耐硫酸塩ポルト

表-2 要因と水準

要 因		水 準					
浸漬条件	溶液 温度 湿度	10%Na ₂ SO ₄ 20℃ 60%RH, H.	水 20℃ 60%RH, H.	10%Na ₂ SO ₄ 20℃ 95%RH, H.	水 20℃ 95%RH, H.	飽和Na ₂ SO ₄ 20℃ _____	水 20℃ _____
浸漬方法	供試体下面 5 cm浸漬					供試体全面浸漬	
乾湿繰返し	8時間乾燥（110℃）、40時間浸漬の2日を1サイクルとする。						
備 考	各供試体とも、7日間の空中養生の後、浸漬を開始。 なお、コントロール供試体として、水中養生、7日間空中以後水中養生の2種についても、同様の測定を行う。						

3. 実験結果ならびに考察

測定結果は、各水準とも材令に対する劣化の過程がほぼ同じような傾向を示した点、ならびに飽和硫酸ナトリウム溶液に浸漬した供試体の劣化の発現が他の2つの浸漬条件に比べて特に顕著であったことなども考慮して、飽和溶液に全面浸漬した供試体の測定結果のみを示す。

図-1～図-3は、重量変化、動弾性係数、及び、圧縮強度の実測値を示したものである。いずれの供試体も浸漬開始直後から、重量、動弾性係数、及び圧縮強度の値がともに上昇する傾向がみられる。水中浸漬供試体の値がその後大きな変化がみられないのに対し、Na₂SO₄浸漬供試体のそれは材令20日頃から減少と始めることがわかる。図-4は各測定時の水中浸漬供試体重量を100とした場合に、それに対するNa₂SO₄浸漬供試体の重量の比率を示したものであるが、浸漬開始時(材令7日)には飽和前の方が飽和後よりも比率が大きな値であるの

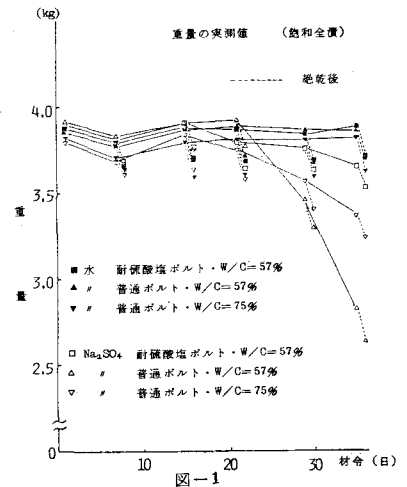


図-1

に対して、浸漬開始後は絶乾後の方が絶乾前よりも比率が大きくなる傾向を示している。これより、 Na_2SO_4 浸漬供試体の空隙に Na_2SO_4 溶液が浸入することによって何らかの物質が生成しその物質で空隙が充満してきているものと考えられ、浸漬初期に重量、動弾性係数、及び強度の値がともに上昇するのはこのためであると思われる。材令20日前後から供試体表面のモルタル部分の剝離が激しくなったが（写真-1参照）、この時期は図-1～図-3に示されているように重量、動弾性係数、及び強度の低下が始まる時期とほぼ一致している。したがって、コンクリート表面が急速に剝離し始める時期、すなわち重量が急激に減少し始める時がコンクリートの膨張破壊が起こり始めている時であることを示す。このことと、先にも述べたが、絶乾前後の水中浸漬供試体に対する Na_2SO_4 浸漬供試体の重量比が浸漬開始前後で逆転していることを考え合わせると、コンクリートの膨張破壊を表わす指標として、重量変化はかなり有効であると思われる。

図-1, 図-4より $W/C=57\%$ の方が、 $W/C=75\%$ よりもコンクリートの膨張破壊が顕著となっているが、これは今回の実験ではこれらがプレーンコンクリートであったために $W/C=57\%$ の方が空隙量が少なかったためと考えられる。

筆者らはコンクリート中に浸入した Na_2SO_4 が結晶ヒレて晶出し、コンクリートの空隙が完全に充満されるまでには飽和 Na_2SO_4 溶液浸漬で乾湿繰り返し5サイクルが必要であることを理論的に算出している。しかしながら、今回の実験では乾湿繰り返し約7サイクル（材令20日）で膨張劣化が始っており、本実験における膨張劣化は、 Na_2SO_4 結晶の晶出による膨張圧がかなりの影響を及ぼしているが、その他にも何らかの要因が影響していることがうかがえる。すなわち今回の実験では、コンクリートの膨張劣化の原因を明確に究明するまでにはいたらず、乾湿繰り返し試験が耐硫酸塩性の促進試験になり得るかどうかを判定することはできなかった。筆者らは本実験をふまえて更に実験を継続中である。

なお、耐硫酸塩ポルトランドセメントは、普通ポルトランドセメントに比べて劣化の程度はよくなる傾向はあるが、普通ポルトランドセメントと同様の劣化過程を示しているという点を付記しておく。

〔参考文献〕 西村・坂田「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、第207号、1972年11月

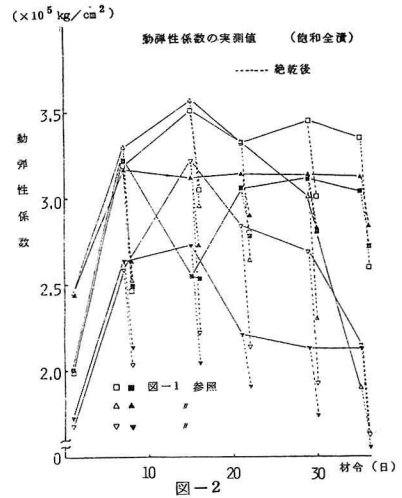


写真 - 1

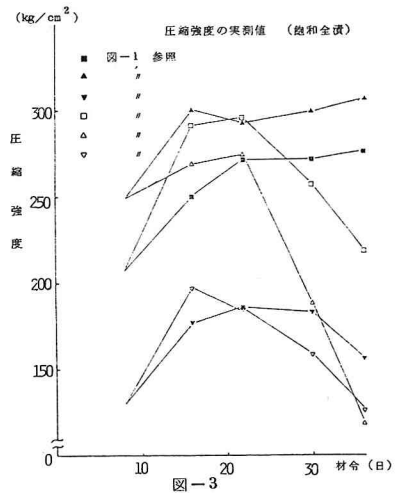


図-3

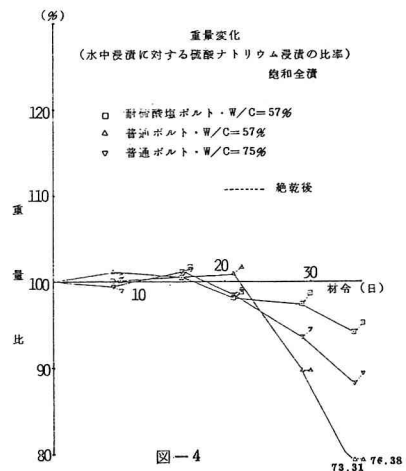


図-4