

V - 229

耐硫酸塩抵抗性の促進試験方法に関する一考察

(株)熊谷組 正会員 小山秀紀

(株)熊谷組 正会員 河村彰男

(株)熊谷組 正会員 野坂 徹

(株)熊谷組 正会員 岩井孝幸

1. はじめに

一般に、土壌、地下水、工場排水に含まれている硫酸塩は、コンクリート中のセメント水和物と反応してコンクリートを劣化させることが知られている。このような硫酸塩に対する抵抗性は、浸漬試験において溶液濃度を高め、反応を促進させることにより評価しているのが現状である¹⁾。しかしそこでの溶液濃度や温度の影響については明らかにされていない。そこで本報告は、硫酸ナトリウム溶液温度が20℃および70℃の場合について浸漬試験を行い、コンクリートの劣化進行過程に及ぼす溶液温度の影響について検討したものである。

2. 実験概要

試験に用いたコンクリートの配合、浸漬供試体および分析試料は河村²⁾らの研究と同一条件とした。浸漬溶液は温度20℃濃度10%、温度70℃濃度10%および水の3種類とした。浸漬期間は12ヶ月とし、浸漬期間中の溶液は、浸漬開始後1ヵ月間は1週間ごとに全量交換し、それ以降は1ヵ月ごとに全量交換して管理した。また温度70℃の溶液は、攪拌機能を備えたヒータを使用することで温度を一定に保つよう管理した。なお供試体は溶液交換時に表面を軽く洗浄した。試験項目は、外観観察、質量変化率、動弾性係数変化率、X線回折、細孔径分布とした。また試験は浸漬前、浸漬期間3、6、9、12ヵ月に実施した。

3. 実験結果

3.1 外観観察

水に浸漬した供試体は外観上の変化が特に認められなかった。温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した供試体は、浸漬期間3～6ヵ月で表層部に浮き上がりが認められ、浸漬期間8ヵ月以降で隅角部が著しく剥落した。温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した供試体は、浸漬期間3ヵ月から表層部に薄膜状に付着した析出物が認められ全体がやや茶色に変色した。また温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した供試体に見られたような表層部の浮き上がり、剥落は認められなかった。

3.2 質量変化・動弾性係数

図-2に浸漬期間と質量変化率の関係、図-3に浸漬期間と動弾性係数変化率の関係を示す。図-2より、温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合の質量は、浸漬期間7ヵ月から減少し、浸漬期間12ヵ月で約3%減少した。一方温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合の質量は、水浸漬した場合と同様に大きな変化が見られなかった。図-3より、温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合の質量は、浸漬期間7ヵ月から減少し、浸漬期間12ヵ月で約25%減少した。一方温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合の質量は、水浸漬した場合と同様に大きな変化が見られなかった。

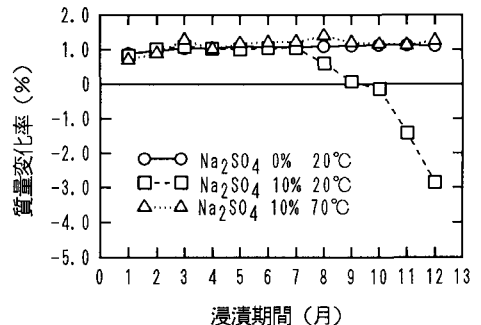


図-2 質量変化率

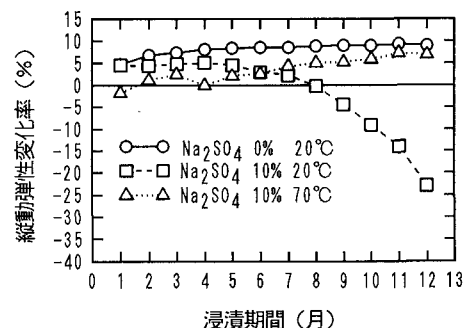


図-3 縦動弾性変化率

3.3 X線回折

図-4に各溶液温度に浸漬した供試体表層部のX線回折結果（浸漬期間12ヵ月）を示す。図-4より、温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した供試体は、浸漬期間3ヶ月から供試体表面に炭酸カルシウムの生成が認められた。表面～5mmの範囲について、温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合と温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合を比較すると、せっこうおよびエトリンガイトのピークは、温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合では明確に認められたが、温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合では極僅か認められる程度であった。水酸化カルシウムのピークは、せっこうおよびエトリンガイトのピークの逆の傾向を示した。すなわち温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、進入した硫酸イオンと水酸化カルシウムの反応によりせっこうおよびエトリンガイトが生成され、一方温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、表面に析出した炭酸カルシウムにより硫酸イオンの進入が阻害され、せっこうおよびエトリンガイトの生成が極僅かとなった。

3.4 細孔径分布

図-5および6に表層部（0～5mm）の細孔径分布測定結果を示す。図-5および6より温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、細孔径分布形状は、浸漬期間6ヵ月から半径が $10^2 \sim 10^3$ Åの細孔が減少し、半径が $10^3 \sim 10^4$ Åの細孔が増加している。温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、浸漬期間3ヵ月から半径が $10^2 \sim 10^3$ Åの細孔が減少し、半径が $10^1 \sim 10^2$ Åの細孔が増加している。

4. まとめ

今回の試験で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- ①質量変化率・動弾性係数変化率は、温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、浸漬期間7ヵ月から減少するのに対して、温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、水浸漬した場合と同様に変化が見られなかった。
- ②温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、表層部に炭酸カルシウムが析出し、硫酸イオンの進入が阻害された。
- ③温度20℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、空隙は粗大化し、温度70℃濃度10%の溶液に浸漬した場合、空隙は細微化した。以上のことより、耐硫酸塩抵抗性の促進試験について、本実験の範囲では、溶液温度を高めることは、必ずしも劣化を促進させるとは限らないことが明らかとなった。

【参考文献】 1) 佐々木他「濃度の異なる Na_2SO_4 溶液に浸漬したモルタル供試体の化学的特性」コンクリート工学年次論文集、Vol.15、No.1、1993 2) 河村他「硫酸ナトリウム溶液の濃度がコンクリートに及ぼす影響」土木学会第49回年次学術講演会講演概要集、1994、9

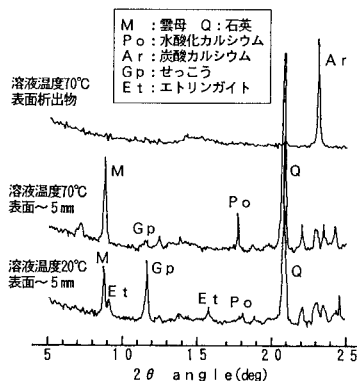


図-4 X線回折結果

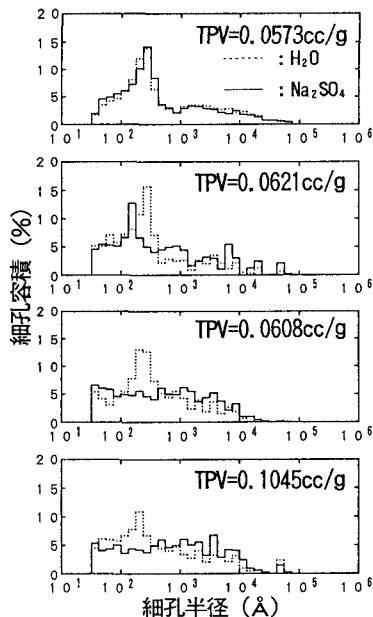


図-5 細孔径分布 (20℃)

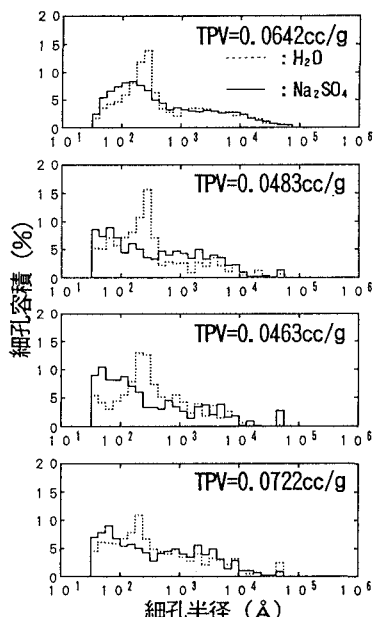


図-6 細孔径分布 (70℃)