

炭酸イオンを含む溶液のモルタル侵食性試験 Experiments on mortar erosion by carbonic acid

万木正弘*・渡部 均**・渡邊賢三***

Masahiro YURUGI, Hitoshi WATANABE, Kenzo WATANABE

1. はじめに

炭酸イオンの侵食性については、これまで日本ではあまり問題とされていなかった。しかし硬水の多いヨーロッパでは、CO₂の濃度が100mg/l 以上の場合にはコンクリート等に対して極めて強い侵食性を示すとされている¹⁾。炭酸イオンの侵食性は他の溶解している物質の影響を大きく受けるとされているが、日本で見られる一般的な水の場合、高濃度のCO₂によりセメント系の材料がどの程度侵食されるか十分明らかにはされていない。そこで、一般的な農業用水路に使用されるPC管のカバーモルタルを対象に、CO₂の侵食性について実験を行った。

2. 試験方法

試験装置は、450×600×450mmの水槽にイオン交換水を貯め、極微細な気泡を発生することができる拡散筒4個を水槽内に設置したものであり、二酸化炭素を自動供給することで高い遊離炭酸濃度を確保できるようにしたものである。この水槽内にモルタル供試体を30日間浸漬し、試験を行った。試験中、遊離炭酸濃度は促進試験の性質上1,000mg/l程度に保つこととした。

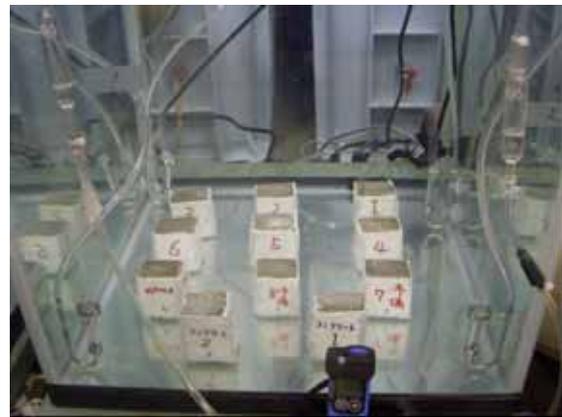


写真-1 試験状況

試験に用いたモルタル供試体は、水セメント比

21%、砂セメント比2.5とし、普通セメントおよび砕砂（密度2.82g/cm³）、高性能減水剤を用いた。供試体は5×5×5cmの型枠に突き棒を用いて詰め、3日間散水養生を行った後脱型し、30日間気中養生した。浸透面を1面とするため1面を残して全てエポキシ樹脂でコーティングし、試験に供した。試験状況を写真-1に示す。

測定項目は、浸漬溶液中のpHおよび遊離炭酸濃度（1日1回）、浸漬前後におけるモルタル供試体の中性化およびEPMA測定、浸漬前後における容液の水質分析等である。EPMA分析にはモルタル供試体から40×40×20mmの試験片を切り出し、40×40mmの範囲についてアルミニウム、鉄、カルシウム、マグネシウム及びイオウを対象に0.1mmの測定間隔で面分析を行った。中性化深さは、モルタルの浸透面を上にして供試体を割裂し、割裂面に1%フェノールフタレイン溶液を噴霧しても着色しない領域を中性化領域とした。

3. 試験結果

(1). 水槽中の遊離炭酸濃度の変化

試験中における水槽中の遊離炭酸濃度は図-1に示すように、1,000~1,300mg/lと極めて

* 弘前大学(Hirosaki Univ.), ** 東北農政局(Tohoku Regional Agricultural Administration Office)

*** 鹿島技術研究所(Kajima Technical Research Institute)

キーワード：コンクリート材料、耐久性、遊離炭酸

高い濃度を確保することができた。

(2) 浸漬による液相の変化

浸漬前後における水槽中の水質分析の結果を図-2に示す。モルタルの浸漬により特にCaの濃度が極めて大きく、次にSiの濃度が大きく上昇していることが認められた。これはモルタルからCa(OH)₂、C-S-Hを始めとするセメント水和物が溶出しているためと思われる。また、HCO₃⁻の濃度が増加しているが、これは溶出したNa、K、Caが侵食性遊離炭酸と反応して炭酸水素塩を形成したためと考えられる。

(3) 浸漬による固相の変化

EPMAの測定結果に基づく浸漬前後における固相中のCaイオン濃度の供試体深さ方向変化を図-3に示す。30日にわたる遊離炭酸水への浸漬により、浸透面から約2mmの範囲でCa濃度が低下していた。これはセメントの水和物が溶出したためと考えられる。遊離炭酸水への浸漬により引き起こされる反応は

コンクリートと遊離炭酸と接触する

KOH, NaOHが溶出し、水中の遊離炭酸と反応してKHCO₃およびNaHCO₃となる。次に溶解度の高いCa(OH)₂が溶出し、水中の遊離炭酸と反応して、Ca(HCO₃)₂となる。

変質深さが浸漬時間の平方根に比例するとした場合、今回の実験条件における変質速度は7.0mm/yearとなった。

4. おわりに

農業用水路に用いられるPC管のカバーモルタルを対象にした供試体を高濃度の遊離炭酸水に浸漬した結果、モルタル表面が劣化することが認められた。今後はより実際的な条件で実験を行って炭酸水の濃度、モルタルの品質など諸要因の影響を明らかにしていきたいと考えている。

参考文献：1) ユーロコード (EN206 - 1:2000)

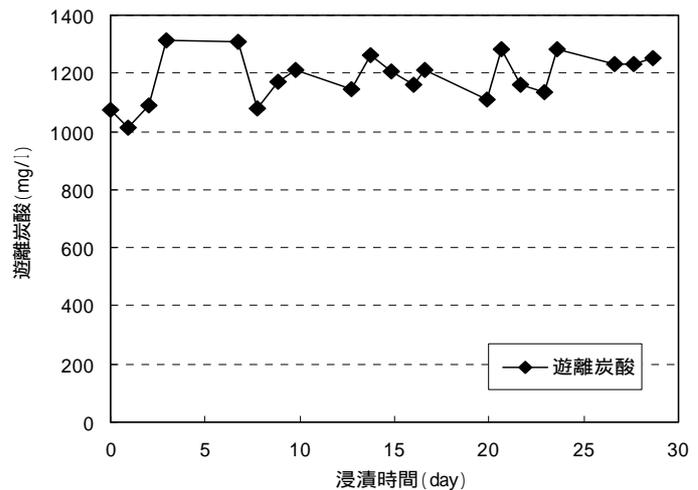


図-1 試験中における遊離炭酸量の変化

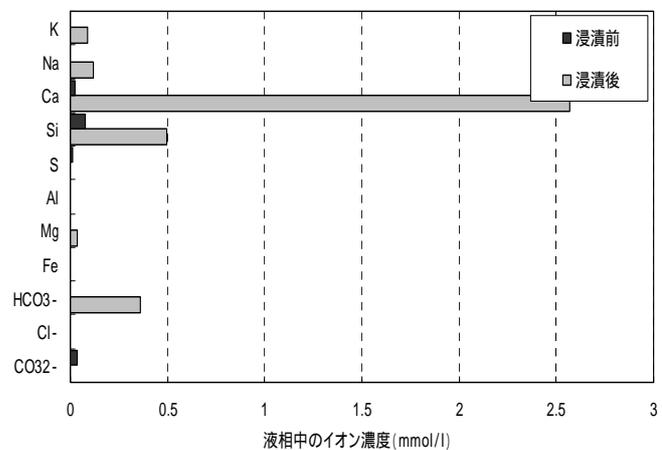


図-2 液相中の各イオン濃度の変化

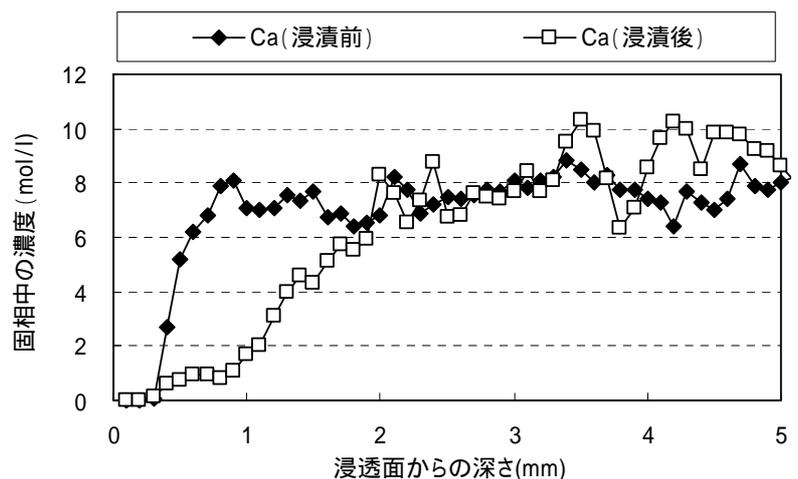


図-3 固相Ca濃度の深さ方向の変化