

コンクリートの化学的腐食に及ぼす曲げ引張応力の影響

東京理科大学	学生会員	○藤田 恭一	東京理科大学	学生会員	永井 志功
東京理科大学	正会員	辻 正哲	明星大学	正会員	来海 豊
東京理科大学	正会員	澤本 武博			

1. はじめに

コンクリートの化学的腐食に関する研究は古くから行われ、近年ではその腐食機構を中心に研究されるようになってきた。化学的腐食の場合、例えば硫酸と硝酸のように、作用する物質によっても侵食の機構は大きく異なってくる。一方、コンクリート自体が持続曲げ引張応力を受けると、塩分の浸透は促進される可能性があることが報告されている¹⁾ため、酸性水による腐食劣化の程度も変化する可能性がある。

本研究では、コンクリートの化学的腐食に及ぼす物質として硫酸および硝酸を取り上げ、それらの化学的侵食作用におよぼす持続曲げ引張応力の影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合および供試体の形状

使用したセメントは、普通ポルトランドセメント（密度:3.16 g/cm³）であり、骨材には鬼怒川産川砂（表乾密度: 2.59 g/cm³、吸水率 2.50%）および山梨産砕石（表乾密度:2.69g/cm³、吸水率 0.82%）を用いた。また、混和剤には、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤およびアルキルスルホン酸系の AE 助剤を用いた。コンクリートの配合は、水セメント比を 55%とし、スランプおよび空気量がそれぞれ 8±1.5cm および 4.5±0.5%となるように選定した。

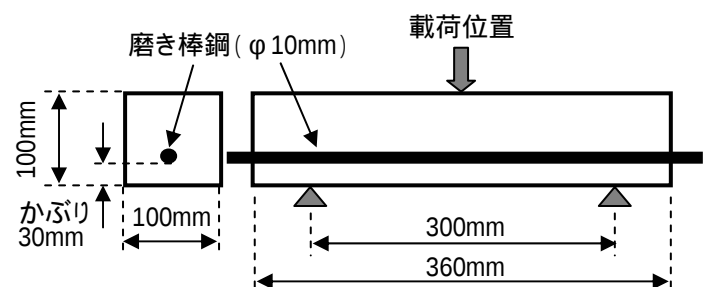


図-1 供試体の形状および寸法

供試体の寸法および形状は、図-1 に示したとおりであり、かぶりが 30mm となるように φ10mm の磨き棒鋼を一本配置した。なお、打込み時にかぶりを保持するために、鉄筋端部をコンクリートから 20mm 露出させ固定した。そのため、供試体端面および露出した鉄筋には、エポキシ樹脂を塗布した。

2.2 乾湿繰返し促進試験方法

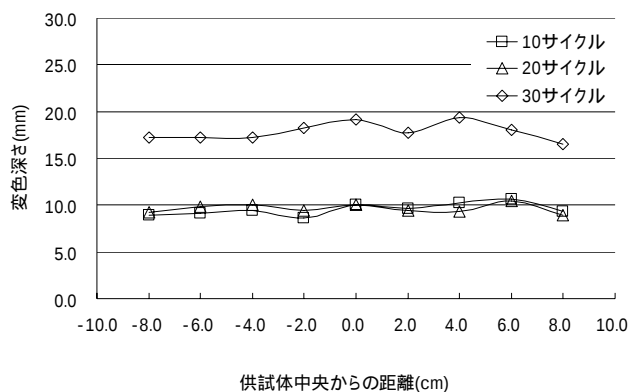
乾湿繰返し促進試験は、供試体を酸性溶液中に 12 時間浸漬と、その後の 105 °C での 12 時間乾燥を 1 サイクルとし、30 サイクルまで行った。今回の実験で使用した酸性溶液は、pH1 に調整した硫酸および硝酸溶液である。なお、酸性溶液浸漬時に、持続曲げ引張応力を発生させる方法は、スパンを 300mm として供試体を支持し、曲げ強度の約 1/15 に相当する曲げ引張応力が支間中央に発生するように、中央部に治具を介して 120kg の重錘をぶら下げておく方法とした。また、曲げ引張応力を発生させない場合についても実験を行った。なお、硫酸溶液に浸漬させた場合は、供試体表面に析出する難溶性の物質を 1 サイクル毎にたわしでこすり取り除いた。

2.3 化学的腐食の評価方法

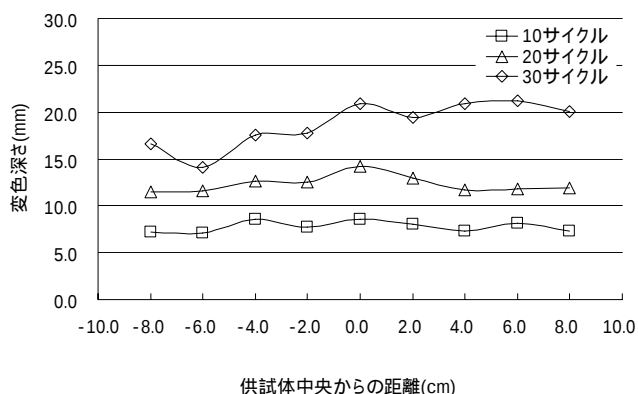
化学的腐食の評価には、供試体の pH の変化を用いた。pH の測定は、促進試験サイクルが 10、20 および 30 サイクルにおいて、供試体を割裂し、その断面にフェノールフタレイン溶液（変色領域：pH7.8～10.0）およびポアリエブルー溶液（変色領域：pH11.0～13.0）の噴霧によって行った。

キーワード 耐久性、曲げ引張応力、化学的腐食、硫酸、硝酸

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 04-7124-1501 E-mail : saori@rs.noda.tus.ac.jp

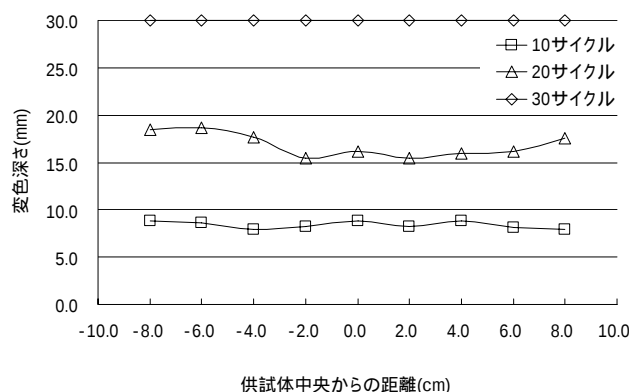


(a) 応力が作用していない場合

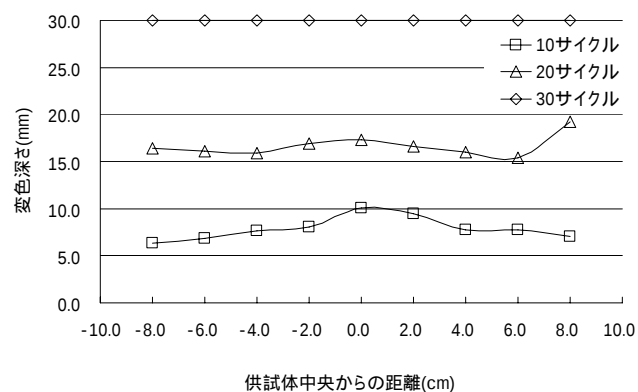


(b) 応力が作用している場合

図-2 供試体中央からの距離と変色深さの関係 (pH1 の硫酸溶液に浸漬させた場合)



(a) 応力が作用していない場合



(b) 応力が作用している場合

図-3 供試体中央からの距離と変色深さの関係 (pH1 の硝酸溶液に浸漬させた場合)

3. 実験結果および考察

pH 指示薬としてフェノールフタレイン溶液を用いた場合は、いずれの供試体も中性化深さが 1mm 程度であり、酸性水の種類および持続曲げ引張応力の有無による差は明確には見受けられなかった。これは、溶液の作用によって表面部の pH が低下しても、内部のセメント硬化体の分解によってフェノールフタレイン溶液で検出できるまで pH が低下しなかったことによるとと思われる。

図-2 および図-3 は、それぞれ硫酸および硝酸溶液に浸漬した場合について、ポアリエブルー溶液を用いて求めた変色深さを示したものである。いずれの結果も、持続曲げ引張応力を作用させた場合に、引張応力の作用している部分での pH の低下した深さが若干大きくなっているようにも見受けられるが、塩分の浸透ほど顕著に見受けられなかった¹⁾。また、今回の実験促進サイクルの範囲では、硫酸溶液に浸漬させた場合と比べると、硝酸溶液の方が変色深さの大きくなる傾向がサイクル数の大きい範囲まで見られた。これは、硫酸溶液の場合析出を伴うが、硝酸溶液の場合には生成物が溶出することによると考えられる。

4. まとめ

塩化物イオンのようにコンクリート中を拡散する場合には、持続曲げ引張応力の影響で浸透しやすくなるが、硫酸溶液のようにセメント硬化体の分解や反応生成物の析出を伴う場合には、持続曲げ引張応力の影響が小さくなる傾向にあった。また、硝酸溶液のようにセメント硬化体の分解溶出を伴う場合には、持続曲げ引張応力の影響がほとんど見受けられなかった。

参考文献

- 辻ほか：持続曲げ引張応力が再生骨材コンクリートの塩分浸透性に及ぼす影響、土木学会第 58 回年次学術講演概要集、pp.65 - 66 (2003)