

曲げ引張り応力下における再生骨材コンクリートの塩分浸透性に関する研究

東京理科大学 学生員 吉田 雄 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 学生員 九十九 圭 東京理科大学 学生員 澤本 武博
 東京理科大学 塚本 香樹 東京理科大学 遠山 和広

1.はじめに

塩分浸透性や中性化などの耐久性に関する研究のほとんどは、コンクリートに応力が発生していない状態に基づいて行われている。そして、設計においても塩化物イオンに対する拡散係数については、作用している持続応力の影響は考慮されていない。しかし、現実の構造部材では、引張り応力が作用するモルタルセメント硬化体の組織が粗になりやすいことから、ひび割れが発生していなくても、鋼材の腐食速度が速くなる可能性がある。

本研究では、普通および再生骨材コンクリートについて塩分の浸透による鉄筋の発錆に及ぼす持続曲げ引張応力の影響を検討した。

2.実験概要

2.1 再生骨材の製造方法

原コンクリートの製造には、普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）、鬼怒川産川砂（表乾密度 2.59g/cm^3 、吸水率 2.50% 、粗粒率 2.56 ）、山梨産砕石を用いた。原コンクリートは、水セメント比を 70% とし、塩化ビニル製のシートの上にはばらまいただけで、締固めは一切行わず気中で養生したものである。これは、コンクリート廃材に均しコンクリートや土間コンクリート等のような締固め不良かつ養生不良のコンクリートが混入していても、それを区別して取り除くことが著しく困難であると考えたことによる。再生骨材の製造は、材齢 28 日において、原コンクリートをジョークラッシャーで破碎し、ふるい分ける方法とした。原コンクリートの製造に用いた砕石および再生粗骨材の物理的性質は、表-1 に示す通りである。なお、実験では、再生骨材として再生粗骨材のみを用いた。

表-1 粗骨材の物理的性質

粗骨材の種類	表乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	粗粒率
砕石	2.69	0.82	6.34
再生粗骨材	2.39	7.12	6.72

2.2 供試体の形状および塩分浸漬乾湿繰返し促進試験方法

コンクリートの水セメント比は 55% とし、セメントには普通ポルトランドセメントを、細骨材には川砂を、粗骨材には砕石または再生粗骨材を用いた。供試体の寸法および形状は、図-1 に示した $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ の角柱であり、鉄筋には 10mm の磨き棒鋼をかぶり 30mm になるように 1 本配置した。外部からの塩分の浸透を対象とした塩分浸漬乾湿繰返し促進試験は、図-2 に示した方法で 30 サイクルまで行った。なお、塩分浸漬時に供試体に曲げ引張応力を発生させる方法は、 100kg の重垂をぶらさげておく方法とした。一方、曲げ引張応力を発生させない場合については、塩水を入れた容器底面に直接供試体を設置する方法とした。そして、所定のサイクルが終了した後、供試体を割裂し、鉄筋を取り出して発錆面積を測定した。

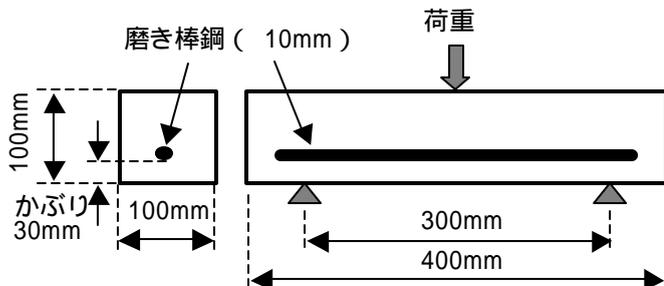


図-1 供試体の形状および載荷方法

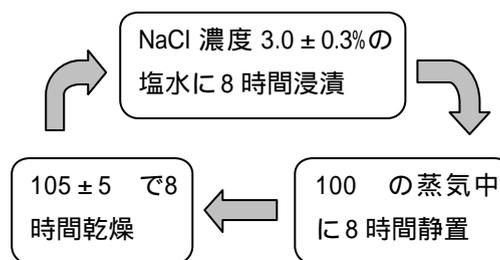
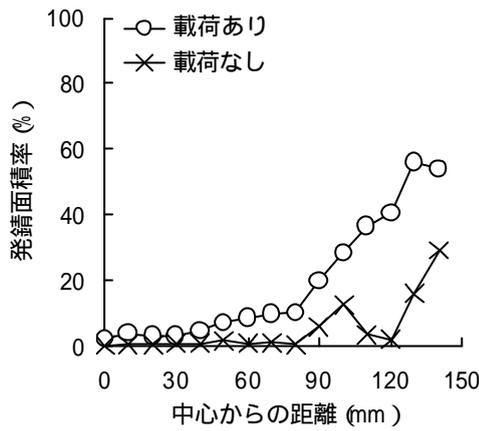


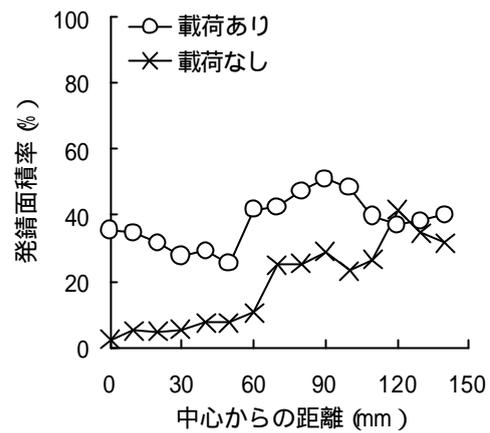
図-2 塩分浸漬乾湿繰返し促進試験方法

キーワード：コンクリート、再生骨材、耐久性、塩分浸透性、発錆

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501(内線 4054) E-mail：saori@rs.noda.tus.ac.jp

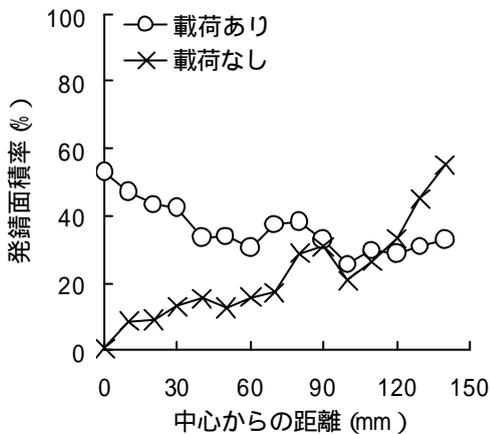


(1) 砕石を用いた場合

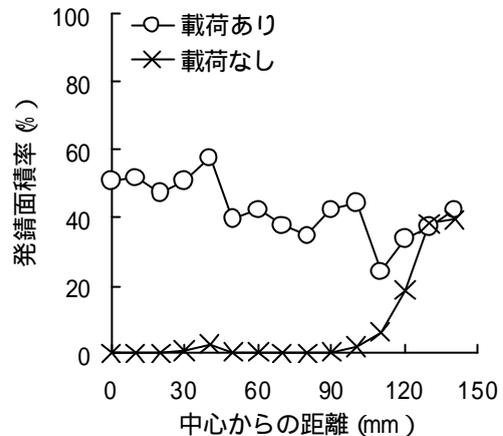


(2) 再生粗骨材を用いた場合

図-1 鉄筋の中心からの距離と発錆面積率の関係 (塩分浸漬乾湿繰返し促進試験 10 サイクル)



(1) 砕石を用いた場合



(2) 再生粗骨材を用いた場合

図-2 鉄筋の中心からの距離と発錆面積率の関係 (塩分浸漬乾湿繰返し促進試験 30 サイクル)

3. 実験結果および考察

図-1 は、塩分浸漬乾湿繰返し促進試験を 10 サイクル行った後の供試体から取り出した鉄筋の発錆面積率を示したものである。粗骨材に砕石を用いた場合には、曲げ引張り応力の作用に関わらず、鉄筋の端部で発生面積率が大きくなる傾向にあり、供試体中央部付近ではほとんど発錆は見られなかった。しかし、粗骨材に再生骨材を用いた場合は、曲げ引張りの作用によって供試体の中央部付近でも発錆面積率が大きくなった。これは、一次破砕ただけの再生粗骨材を用いたコンクリートは、砕石を用いたコンクリートに比べてモルタル分が多くなるため、曲げ引張応力の作用によってセメント硬化体中の組織が粗になる影響が大きくなったことによると考えられる。

一方、図-2 は 30 サイクルにおける鉄筋の発錆面積率を示したものである。30 サイクルの場合には、粗骨材に砕石および再生骨材のいずれを用いた場合であっても、引張応力によって供試体中央付近でも発錆面積率が大きくなった。

4. まとめ

ひび割れの発錆がまったく認められなくても、曲げ引張強度の 20 分の 1 程度という小さな引張応力でも持続するとコンクリート中の鉄筋は発錆しやすくなる。この傾向は、砕石を用いた場合に比べ再生骨材を用いた場合の方が早期に顕著となる。これは、引張応力によってセメント硬化体が粗になり、塩分が浸透しやすくなることによると考えられる。そのため、持続応力や骨材中のモルタル量によって、現在まで推定されている塩化物イオンに関する基本的な拡散係数を割増す必要があると考えられる。また、この割増す値は大きなものとなり無視できない値となる可能性が高い。