

塩害と凍害を同時に受けるモルタル内の鉄筋腐食特性とスケーリング性状

弘前大学 学生会員 ○久保田 寿々
弘前大学 正会員 上原子 晶久

1. はじめに

積雪寒冷地などに立地する鉄筋コンクリート構造物は、気温による凍害と凍結防止剤による塩害を同時に受けることが、よく知られている。これまで、塩害と凍害を同時に受ける鉄筋コンクリートに関しては、表面のモルタルが剥落するスケーリング性状の定量化が、数多く行われてきた^{例えば 1)}。しかしながら、構造物内部の鉄筋腐食に関しては、定量的な検討事例が少ない現状にある。そこで、本研究は、塩害と凍害を受けるモルタル内の鉄筋腐食性状を定量化することを目的にして、基礎的な実験を行った。それに加えて、スケーリング特性の検討も並行して行った。本稿では、その結果と考察について報告する。

2. 実験の概要

本研究は、宮里らの研究²⁾を参考にして、図-1に示したような試験体を3体作製した。モルタルの配合を表-1に示す。セメントは早強セメントを用いており、砂は青森県つがる市木造産の山砂である。参考までに、7日養生終了時点におけるモルタルの圧縮強度は42.3N/mm²であった。この試験体には、分割鉄筋が1本埋め込まれており、各種の電流量を測定することが可能になっている。これら3体については、図-2に示したような温度履歴を与えてスケーリング試験を35サイクルに渡り実施した。スケーリング試験では、3%塩化ナトリウム水溶液を密閉容器に満たしてから、試験体の全体を浸漬させながら試験を行った。さらにこの試験では、概ね5サイクル終了後にスケーリング量の測定を行った。なお、宮里らの研究²⁾では、試験体に初期欠陥を与えているが、この実験では、そのような欠陥を与えていない。

スケーリング試験の終了後、無抵抗電流計を用いてマクロセル電流を測定した。測定時には、分割された鉄筋間を連結しているリード線を切り離して、電流量の測定を行った。この測定結果を用いて、マクロセル電流密度は以下の式で求めることができる。

$$a_i = \frac{A_{i-1,i} + A_{i,i+1}}{S_i} \tag{1}$$

ここに、 a_i はマクロセル電流密度、 $A_{i-1,i}$,

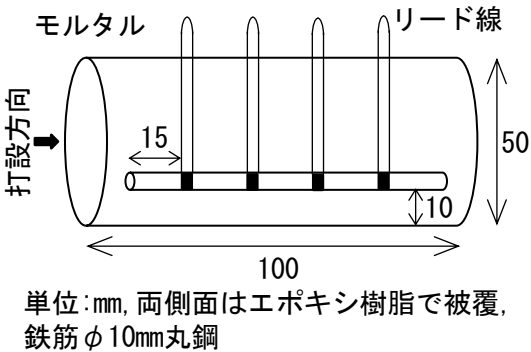


図-1 供試体の概要

表-1 モルタルの配合

W/C	単位量 (kg/m ³)			混和剤 AE減水剤
	水 W	セメント C	砂 S	
0.55	260	472	1512	C × 1.0%

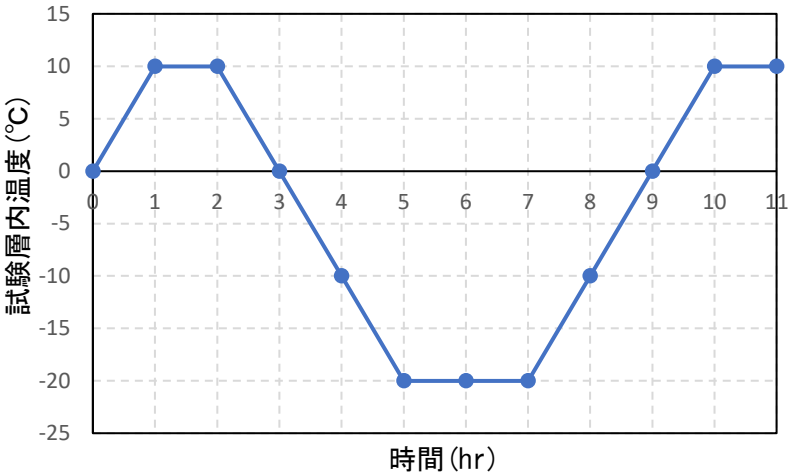


図-2 凍結融解試験の温度履歴

キーワード 塩害, 凍害, スケーリング, 分割鉄筋, 鋼材腐食
連絡先 〒036-8561 青森県弘前市文京町3番地
弘前大学理工学部 TEL0172-39-3620

$A_{i,i+1}$ は、それぞれ測定したマクロセル電流量、 S_i は各分割鉄筋要素の表面積である。なお、対象となる分割鉄筋要素がアノードの場合には電流密度は正になる。その逆に、電流密度が負の場合には、分割鉄筋要素がカソードになる。

3. 実験結果と考察

図-3 にスケーリング試験の結果を示す。3本の試験体のスケーリング量は、大きくバラつく傾向にあった。そのため、図-3 に示したスケーリング量は、3体の平均値である。この結果より、凍結融解サイクル数が5サイクルを超過した後に、スケーリング量が大きく増加する傾向にあった。また、5サイクル以降の塩水には、錆汁が若干含まれていることを確認した。また、著者らは角柱モルタルを使用して、同様のスケーリング試験を行っている³⁾。本実験の結果より、円筒のモルタルを用いても同様のスケーリング試験を行うことが可能であることを示した。

図-4 にアノード電流密度の測定結果を示す。この図では、電流密度が正（アノード）であれば、鉄筋が腐食していることを表している。図-4 を見ると、いずれの試験体も電流密度が正の鉄筋要素が存在することがわかる。スケーリング試験では、若干の錆汁が供試体から湧出していたことを確認している。そのことから、図-4 に示した結果は妥当であると考えている。

4. おわりに

本実験では、比較的短い凍結融解サイクルで実験を行った。そのため、スケーリング量や、アノード電流の測定において、明確な鉄筋腐食の兆候が見られなかった。今後は、供試体に凍結融解サイクルを長期に与えて、より詳細な検討を行う予定である。本研究は、日本学術振興会科研費 20H02224（研究代表者：宮里心一 金沢工業大学教授）の助成を受けた。末筆ながら研究費の助成に感謝する。

参考文献

- 1) 田口 史雄,小尾 稔,遠藤 裕丈: コンクリートの凍害および塩害による複合劣化に関する調査,コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.1,pp.971-976,2006
- 2) 宮里 心一,大即 信明,小長井 彰佑: 分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討,コンクリート工学年次論文集,Vol.23,No.2,pp.547-552,2001
- 3) 久保田 寿々,三上 真希,上原子 晶久: 産業廃棄物由来の溶融スラグを混入したモルタルの凍害耐久性に関する研究,令和4年度土木学会東北支部技術研究発表会 講演概要集,V-5,2023 (CD-ROM)

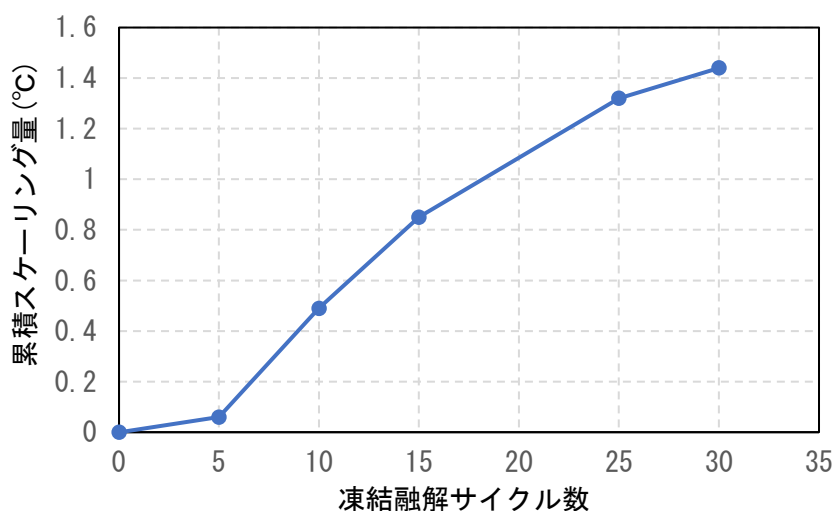


図-3 累積スケーリング量と凍結融解サイクル数との関係

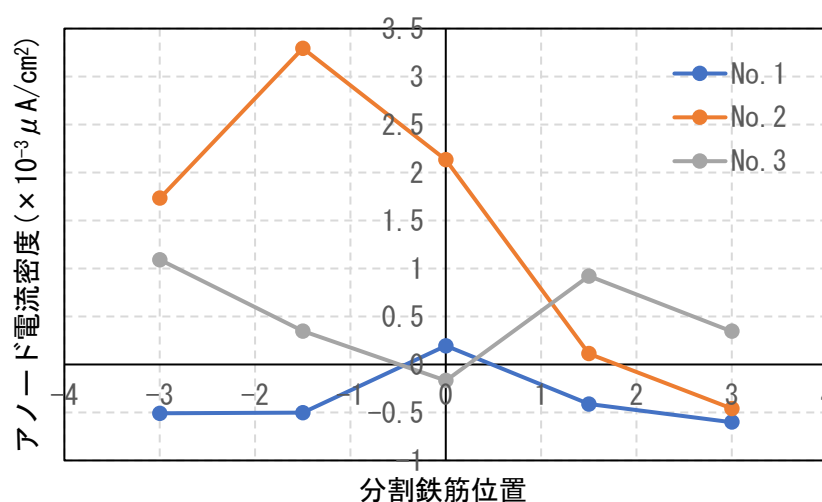


図-4 分割鉄筋要素とアノード電流密度との関係