道路橋 RC 部材の凍結防止剤による塩害進展機構の解明

金沢工業大学大学院	工学研究科	学生会員	〇山本恵理子
金沢工業大学	環境・建築学部	正会員	宮里心一
株式会社クエストエンジニア		正会員	青山實伸
株式会社クエストエンジニア		非会員	平野誠志

上部鉄筋

1_

表1

No.

1

下部鉄筋

下側鉄筋が腐食 | により欠損 |

実験ケース

かぶり

15mm

図1 塩害損傷状況

1. はじめに

現在、道路橋 RC 部材の桁端部等では、凍結防止剤による塩害損傷が問題となってい る。この損傷の特徴は、図1に示すとおり、桁底面の鉄筋下側においてのみ局部的に腐 食が進行し、一方上部の鉄筋では塩分濃度が高いにも拘らずその腐食がほとんど見受け られないことである。すなわち、上部の鉄筋では、既知の発錆塩分量以上であるにも拘ら ず腐食が発生しておらず、防食対策を図るためにはその原因を明らかにする必要がある。 したがって本研究では、桁端部における鉄筋腐食進行のメカニズムを解明する。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

実験ケースを表1に、供試体概要を図2~5に 示す。水セメント比50%のモルタル供試体に、二 軸方向分割鉄筋¹⁾を2本埋設した。埋設した鉄筋 は、桁端部における配筋を模擬し、2本が直交す るように配置した。また、C1⁻濃度は、供試体底 面側から上部鉄筋の下側表面までを10kg/m³、それ より上側を7kg/m³とし,濃度分布を明確にするた め、塩化ナトリウムを練混ぜ水に混入した。初期養 生は水中(20±2℃)において28日間行った。その 後、外部からの塩分浸透を防ぐため、下面以外の5 面をエポキシ樹脂にて被覆し、浸漬(20℃、3%塩 水)3日間と乾燥(20℃、60%RH)4日間を1サイ クルとし、乾湿を繰返す塩害促進暴露を行った。



2.2 二軸方向分割鉄筋概要

二軸方向分割鉄筋の概要を図6に示す。鉄筋は異形棒鋼(SD295A、D13mm) を用い、上側鉄筋と下側鉄筋の間で形成される腐食セルを把握するため、上 下(6.5mm)および左右(40mm)に分割し、1本の分割鉄筋につき鉄筋要素を6 つとした。なお、各鉄筋要素にはリード線をハンダ付けし、隣接する鉄筋要 素間はエポキシ樹脂により絶縁を施した後に、鉄筋要素からのリード線を 全て接続することで、電気化学的に1本の鋼材とした。

2.3 測定概要

無抵抗電流計によりマクロセル腐食電流密度を、周波数応答解析装置 (FRA)によりミクロセル腐食電流密度と自然電位を測定した。

3.実験結果 鉄筋要素の番号を図7に示す。

キーワード:道路橋桁端部、鉄筋腐食、凍結防止剤、塩害、二軸方向分割鉄筋 連絡先:〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL076-248-1305 FAX076-294-6713



3.1 №.1評価

No.1の暴露期間が2ヶ月および3ヶ月における測定結果を図8と図 9に示す。これらによれば、マクロセル腐食電流密度とミクロセル腐 食電流密度はともに、暴露期間に拘らず、鉄筋要素④と⑪で突出して いることが認められる。また、マクロセル腐食電流密度とミクロセル 腐食電流密度は同等の値であることがわかる。一方自然電位は、鉄筋 要素の位置に関係なく、無作為に高低がみられる。したがって、腐食 形成箇所について規則性は見られないと判断できる。

3.2 No.2 評価

No.2の暴露期間が1ヶ月、2ヶ月および3ヶ月における測定結果を 図10~12に示す。これらによれば、ミクロセル腐食電流密度は、暴 露期間1ヶ月では、下部鉄筋である鉄筋要素⑦~⑫で高い値となる。 暴露期間2ヶ月では、上部鉄筋と下部鉄筋が接する部分である鉄筋要 素⑧、および下部鉄筋の下側鉄筋要素⑩~⑫で高い値となる。暴露期 間3ヶ月では、鉄筋要素⑪と⑫で大きい値となる。また、マクロセル 腐食電流密度はミクロセル腐食電流密度との相関が少なく、下部鉄筋 の下側鉄筋要素で集中して高くなることが認められる。なお、マクロ セル腐食電流密度に対してミクロセル腐食電流密度が著しく高く、総 腐食電流密度に大きな影響を与えている。一方自然電位は、暴露期間 に拘らず、下部鉄筋の鉄筋要素⑦~⑫にて卑になることが認められる。 したがって、腐食形成箇所は下部鉄筋の下側鉄筋要素(⑩~⑫)に集 中すると判断できる。

3.3 No.1 とNo.2 の比較と整理

No.1 に比較してNo.2 では、腐食速度が極めて速い。また、腐食形成 箇所は、No.1 では不規則であり、一方No.2 では下部鉄筋の下側鉄筋要 素に集中する規則性がある。

4. 考察

No.2 における、鉄筋腐食の規則性は実際の劣化状況を再現すること ができた。特に、No.2 はNo.1 と比較して腐食電流密度が高く、極めて 早期に腐食が進む実現象を反映している。以上のことから、図 13 に て仮説を立て、桁端部における腐食進行の過程を考える。なお、(c) がNo.2 の状態である。すなわち、高濃度塩分が浸透し始めた状態(a) から、腐食が進行しひび割れが発生した状態(b)になる。さらに、ひ び割れの進展に伴いかぶり部分が浮きあるいははく落した状態(c)に なり、下側鉄筋のみが欠損した状態(d)へと進展すると考えられる。

5. まとめ

RC部材における凍結防止剤による鉄筋腐食進行のメカニズム を解明する糸口を見出すことができた。今後は、図13の(a)、(b) のような初期の腐食状態を模擬した実験により検証するとともに、 メカニズムを踏まえた合理的な防食方法を検討する。

参考文献1)山本恵理子,宮里心一,青山實伸,平野誠志:二軸方向分割鉄筋を用いたマクロセル腐食電流密度の測定方法の構築,十木学会中部支部研究発表会講演概要集,pp.21-22 (2006)

