

京都大学 学生会員○谷本 理 西日本旅客鉄道(株) 正会員 荒巻 智
京都大学 正会員 服部 篤史 京都大学 フェロー会員 宮川 豊章

1. はじめに

本研究では内的塩害を受けて劣化したコンクリート構造物を対象に、断面修復が構造物の耐力に与える影響を把握することを目的として、電食により鉄筋を腐食させた鉄筋コンクリートはりにポリマーセメントモルタルを用いて断面修復した後、正負交番繰返し曲げ試験を実施し、耐荷性能や変形性能を検討した。加えて断面修復の打継ぎ目が発生しやすいマクロセル腐食について、非破壊検査である電気化学的なモニタリングにより検討した。

2. 実験概要

実験要因および供試体一覧を表 1 に示す。供試体は図 1 に示すように、D13 (SD295A) を対称複筋配置した、幅×高さ×全長＝100mm×200mm×1600mm の矩形断面 RC はり（かぶりとは主筋に対して 20mm）とした。せん断補強筋は D6 (SD295A) を 70mm 間隔で全長にわたって配置した。はりの片縁の主筋 2 本に 1.0A の電流を 2 日、4 日間（それぞれ $1.73\times10^6\text{C}$ 、 $3.46\times10^6\text{C}$ ）通电して腐食させた。断面修復は、鉄筋腐食により側面軸方向ひび割れが生じている高さ（最大 30mm 程度）のかぶりコンクリートを図 2 に示す範囲ではつりとり、露出させた主筋の錆をワイヤブラシで落とし防錆剤を塗布した後、ポリマーセメントモルタル（スチレンブタジエンゴム系）で修復した。載荷は、スパン 1400mm に対し、曲げスパン 400mm、対称 2 点漸増繰返し型（2n-1） $\delta_y\times 3$ 正負交番曲げ試験とし、 δ_y は塩分無添加の供試体の材料強度試験結果より算出した値（3.07mm）を用いた。使用材料の物理的性質を表 2 に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 鉄筋腐食のモニタリング 下縁を部分的に修復した供試体の修復後の自然電位の分布を図 3 に示す。電食させずに断面修復を行った場合、修復部と既存部との間に自然電位の大きな差が見られず、修復部でも同じ手法でモニタリングが可能であった。一方、電食させて断面修復を行った場合、修復部で

表 1 実験要因および供試体一覧

供試体名	修復縁	修復面積	Cl 量 (kg/m ³)	鉄筋重量 減少率(%)
NNN	修復なし	修復なし	0	0
NNM	修復なし	修復なし	3.0	1.4
SPN	下縁	部分的	3.0	0
SPM	下縁	部分的	3.0	1.4
SPH	下縁	部分的	3.0	2.3
SAN	下縁	全面	3.0	0
SAM	下縁	全面	3.0	1.3
SAH	下縁	全面	3.0	2.0
DPN	両縁	部分的	3.0	0
DAN	両縁	全面	3.0	0

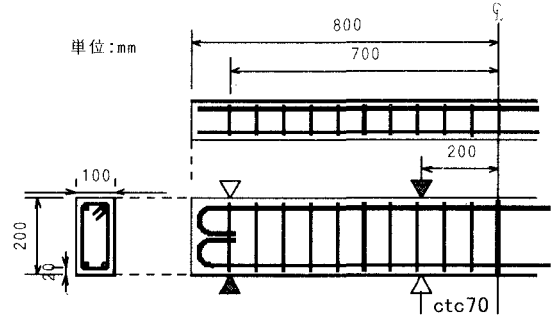


図 1 供試体の形状および寸法

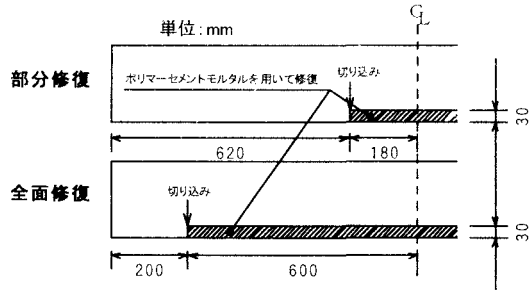


図 2 断面修復の範囲

あるスパン中央部で貴な値を示し、補修の効果を表している。しかし、打継ぎ目近傍では外側の既存部と同等あるいはより卑な値を示していることから、マクロセル腐食を生じていると推定される。

表2 使用材料の物理的性質

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
コンクリート(CI ⁻ =0kg/m ³)	39.5	3.07	5.07	30300
コンクリート(CI ⁻ =3kg/m ³)	35.2	3.08	4.00	30300
ポリマーセメントモルタル	22.5	—	6.41	12900

3.2 最大荷重 断面修復の有無が最大荷重に与える影響を図4に示す。修復線および面積の違いによる影響は見られず、修復により大きく低下することはない。

3.3 靱性 断面修復が変位靱性率(= $\delta w / \delta y$ 、 δu : 降伏荷重を下回ったときの変位)に与える影響を図5に示す。また、断面修復が各変位段階での消散エネルギーに与える影響を図6に示す。下縁を全面修復したもので変位靱性率は小さな値を示しているが、曲げスパン程度の断面修復であれば、大幅な低下をもたらしていない。一方、消散エネルギーも部分修復を施した場合は無修復のものと大差ない。しかし、全面修復した場合は10 δy 付近以降で消散エネルギーの値が横ばいとなり、大変位域での消散エネルギーの低下が認められた。これらの全面修復における靱性の低下は、曲げせん断ひび割れが修復部と既存部の境界面に沿って成長し、修復部が既存部から剥離する現象が発生したために、載荷点付近ではりの有効断面が減少したことと対応している。

4. 結論

- 1)腐食が進行した RC 部材に断面修復した場合、断面修復後は、自然電位は貴な方向へシフトする傾向が確認され、補修効果が確認された。
- 2)修復部と既存部の打継ぎ目近傍では、自然電位は卑な値を示していたことからマクロセル腐食が発生していたことが考えられる。
- 3)本研究で使用した断面修復材は、最大荷重程度の載荷状態で修復部と既存部が十分に付着していたため、最大荷重への大きな影響は見られなかった。また、曲げスパン程度の範囲内の断面修復であれば、変位靱性率の大幅な低下をもたらさない。しかし、全面修復の場合に斜めひび割れの境界面に沿った進展が見られ、靱性の低下を招いた。

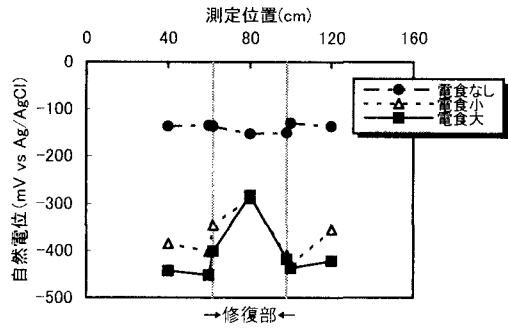


図3 断面修復後の自然電位の分布 (下縁部分修復、CI⁻=3.0kg/m³)

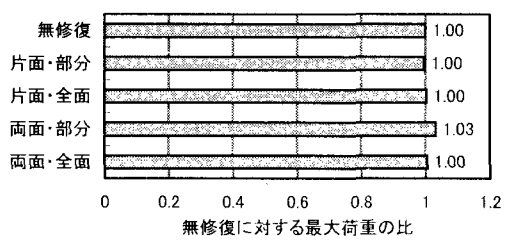


図4 断面修復が最大荷重に与える影響(CI⁻=3.0kg/m³)

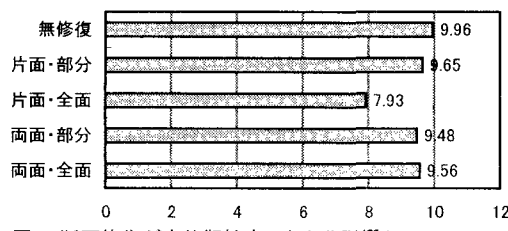


図5 断面修復が変位靱性率に与える影響(CI⁻=3.0kg/m³)

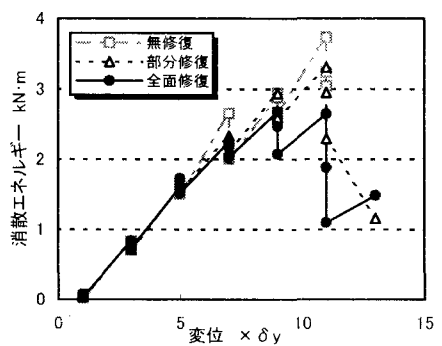


図6 断面修復が消散エネルギーに与える影響(CI⁻=3.0kg/m³)