

強制腐食による床版の耐力低下検証

大阪大学大学院	正会員	岡田 英哲
新日鉄製鉄(株)	正会員	松岡 和巳
大阪大学大学院	正会員	大西 弘志
大阪大学大学院	フェロー	松井 繁之

1. はじめに

現在、コンクリート中鋼材の腐食モニタリングを目的とした分極抵抗法の適用性に関する研究が広く行われ、分極抵抗値(R_p)による腐食判定指針についても幾つか既往の研究が提案されている。一方、構造物を対象として測定された分極抵抗値は、鉄筋配置位置に関する幾何学的誤差及び腐食形態の差異によって誤差を含む。このため松岡ら¹⁾は BEM 解析を用いた解析によりこの誤差を修正する逆推定法を提案している。また逆推定法により誤差を修正された分極抵抗値 R_p と腐食面積率の関係も提案している。しかしこれは分極抵抗値と鋼材の腐食状態の関係を示したもので、実構造物に適用するにあたっては、さらに分極抵抗値によって構造物の健全度を評価する手法の開発が必要である。本研究では圧縮側鉄筋を強制腐食させた腐食度の異なる床版 5 体を用い、押し抜きせん断試験を行うことで分極抵抗値と腐食による耐荷力低下の度合いについて検討した。

2. 実験概要

(1) **供試体寸法**：供試体寸法は 1000mm × 1600mm で床版厚は 60mm の RC 床版とした。主鉄筋は 45mm 間隔、配力鉄筋は 64mm 間隔で配置した。図 1 に圧縮側鉄筋の図を示す。図 1 に示すように床版は複鉄筋で高さ 30mm のハンチを設けている。

(2) **分極測定法**：本実験の分極測定では図 2 に示す 2 周波数重畳法によるコロージョンモニター（新日本製鐵（株）製）を用いた。測定周波数は、高周波側 400Hz、低周波側 0.1Hz とした。

(3) **実験方法**：初期状態の床版をセンサーにより分極測定後、床版上面に塩分濃度 5% の水溶液を満たしたプールを作成し、SUS 製の金網を用いて圧縮側鉄筋を強制腐食させた。尚、強制電流は常に 1A になるように調整した。強制腐食後、約 4 週間自然乾燥させひび割れが安定するのを確認し、再度分極測定後、サーボパルサーにより 100mm × 40mm の載荷板で桁間 850mm の単純支持の押し抜きせん断試験を行った。載荷点は図 1 に示すよう各供試体ごとに 2 箇所設けそれぞれ a, b と呼ぶことにする。No1-a, b, No2-a の載荷は、床版中心から橋軸方向に左右 360mm の両位置に載荷点中心をとった。残りの載荷位置は載荷により生じるひび割れが腐食により生じたひび割れと交差するように主鉄筋直上から 25mm の位置に載荷点中心を設けた。また表 1 に載荷点の引張側、圧縮側主鉄筋の有効高 d, d' と供試体の腐食を施した日数を示す。また実験開始時、強制腐食により No2 の床版表面は主鉄筋方向、配力筋方向ともにひび

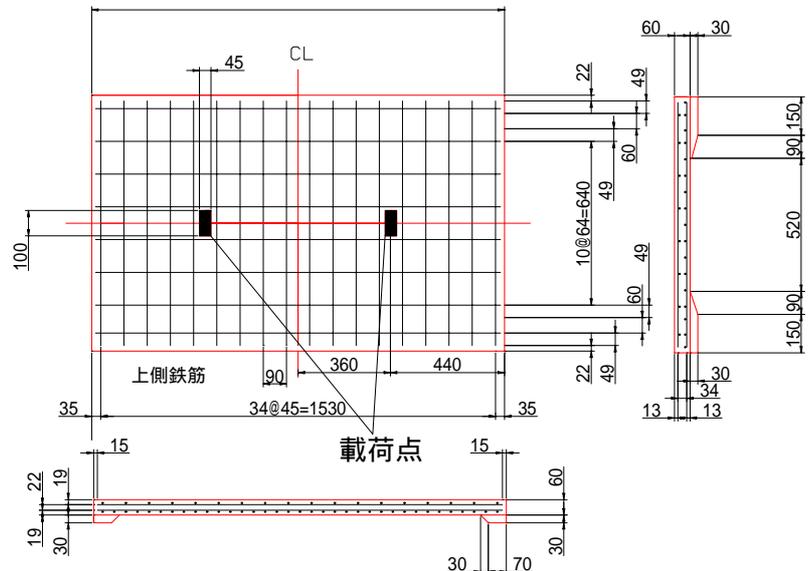


図 1 供試体寸法

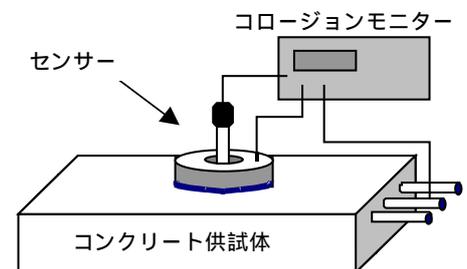


図 2 分極測定模式図

の載荷位置は載荷により生じるひび割れが腐食により生じたひび割れと交差するように主鉄筋直上から 25mm の位置に載荷点中心を設けた。また表 1 に載荷点の引張側、圧縮側主鉄筋の有効高 d, d' と供試体の腐食を施した日数を示す。また実験開始時、強制腐食により No2 の床版表面は主鉄筋方向、配力筋方向ともにひび

Keyword: 鉄筋腐食, モニタリング, 分極抵抗

連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, Tel.06-6879-7618, Fax.06-6879-7621

割れが生じていた.No3 は主鉄筋方向と若干であるが配力筋方向にひび割れが生じていた.No4 は主鉄筋方向にのみ若干ひび割れが生じていた.No5 は床版表面ではひび割れが確認できなかったが、床版カット時にコンクリート内部のひび割れは確認できた。

3. 解析モデルと逆推定

センサーによる測定値 (R_p , a_p , R_s , a_s) から分極抵抗値を求める手法として BEM 解析 Gal を用いた逆推定法¹⁾を適用した。解析モデルは比抵抗 $=10k/cm$ を有する半無限コンクリートとし、かぶり $B=5, 10, 15mm$ の 3 ケースとした。鉄筋は径 6 の網鉄筋を埋設し、これを交差鉄筋上、主鉄筋上で分極測定するモデルを用いた。ここで鉄筋表面のインピーダンス特性は、全表面で R_p が一定値であると仮定した。このモデルを用いて得られたインピーダンス特性曲線を用いて、任意のかぶりのインピーダンス特性曲線を線形補間により算出し、測定値から逆推定法で真の分極抵抗値 R_p を求めた。表 1 に腐食日数と分極抵抗値の関係を示す。これを見ると腐食日数が多くなるにつれて分極抵抗値が小さくなると思われるが、腐食日数が 20 日の No3 供試体において若干大きな推定値になった。これは強制腐食の際、各供試体でかぶりが異なることが、腐食箇所(腐食面積)の違いを生じ、No3 供試体において若干大きな分極抵抗値をもたらせた要因と思われる。

4. 実験結果及び考察

実験結果と分極抵抗値の関係を図 3 に示す。これを見ると 2 番目に腐食量が多い No3 供試体が最も大きな耐力力になり、また他の供試体と No1 供試体を比較したところ、腐食量の違いによる耐力低下に相関が確認できなかった。これは表 1 に示した通り、鉄筋の配置の違いが影響していると思われる。この鉄筋の配置の違いを補正するために松井²⁾による静的押し抜きせん断耐力式より P_s を求め、実験値との比、すなわち耐力低下度を求めた。この比の値にはひび割れや鉄筋の付着の影響のみが入っていると考えると、No1 供試体の比の平均は 1.0 となっている。図 4 に耐力低下度と分極抵抗値との比較結果を示す。これを見ると、No2-a は No2-b ~ No5-b と載荷点が異なり、ひび割れの影響をあまり受けておらず若干大きく見積もっていることを考慮し No2 ~ 4 を見ると、腐食によるひび割れが床版上面にまで達すると、2 ~ 3 割の耐力低下が確認できた。また分極抵抗値が $10k/cm^2$ 以下では耐力低下の危険があると思われる。

5. まとめ

今回の実験では供試体数が少なかったため、分極抵抗値と床版の耐力低下の明確な相関関係は得られなかったものの、分極抵抗値が $10k/cm^2$ 以下の場合に耐力低下の可能性があることがわかった。今後さらなる実験が行われることが望まれる。

参考文献：1) 松岡和巳, 松井繁之：数値解析を用いた交流インピーダンス測定値の定量的評価法について, コンクリート工学年次論文集, Vol. 25, 2003. 7 2) 前田幸雄, 松井繁之：鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐力の評価式, 土木学会論文集, 第 348 号 -1, 1984, 8

表 1 載荷点名と有効高, 腐食日数, 分極抵抗値の関係

	d (mm)	d' (mm)	腐食日数	$R_p(k/cm^2)$
NO1-a	42.7	8.7	なし	94.10
NO1-b	42.2	9.4		110.68
NO2-a	43.2	12.2	25 日	0.26
NO2-b	44.7	10.7		0.85
NO3-a	47.2	13.2	20 日	2.91
NO3-b	49.7	15.2		4.52
NO4-a	47.7	10.2	10 日	0.37
NO4-b	50.7	10.2		1.17
NO5-a	43.7	9.9	5 日	0.77
NO5-b	45.7	10.7		0.60

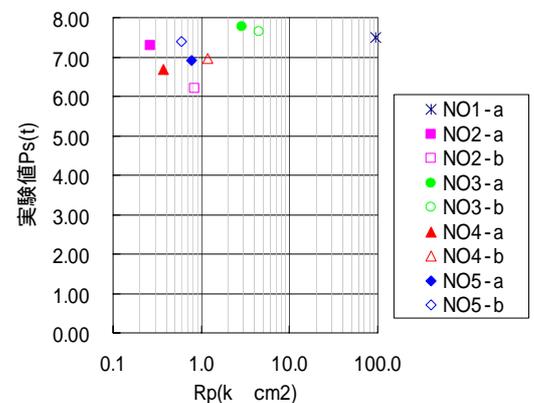


図 3 分極抵抗値と実験値との関係

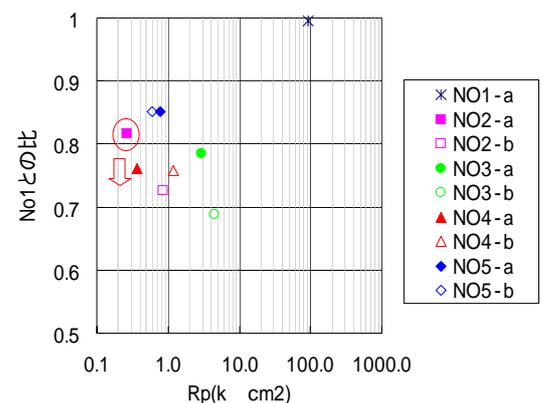


図 4 松井による式より算出した推定値との比較