

直流電流がコンクリート中鉄筋の腐食に与える影響について

チューケン株式会社 正会員 ○松尾 洋
国土交通省 河村 友美

1.はじめに

鉄はコンクリートのような強いアルカリ性（PH12以上）の環境下では、その表面が不動態皮膜とよばれる酸化物によって覆われている。その不動態皮膜により、鉄筋はコンクリート中では本来腐食しない。しかし、コンクリート中のアルカリ性が低下した場合は鉄筋の腐食が始まる。塩素イオンが鉄筋表面に到達すると、鉄の腐食を抑制している酸化物の層が破壊される。その結果その部分をアノード、健全な部分をカソードとする腐食電池が形成され、鉄表面に腐食が発生する。本報告書ではコンクリート中の鉄筋を流れる直流電流が鉄筋の腐食に与える影響について実験を行った結果を報告する。

2.実験の概要

2.1 供試体 図1に鉄筋コンクリート供試体の寸法・形状を、表1にコンクリートの示方配合を示す。今回の実験では練り混ぜ水にコンクリート 1m³ 当たり 1.2kg の食塩を混入した。鉄筋はφ19の丸鋼を使用した。鉄筋コンクリート供試体はコンクリート断面が 60mm×60mm に丸鋼を埋め込んだものである。供試体の端部は鉄筋を 50mm 出し、この部分に電極を接続した。なおコンクリートの4週強度は 37.3MPa であった。

2.2 実験条件 本研究では直流電流がコンクリート中鉄筋に与える影響を調べることを目的とし、次の二種類の供試体シリーズを考え実験を行った。

A：鉄筋のみ

B：鉄筋コンクリート

各供試体の実験条件・積算電流量を表2に示す。

2.3 実験装置 図2に電食の実験装置の概略を示す。電食は鉄筋を陽極、側面に配置したステンレス板を陰極とし、直流安定化電源を使用して通電した。なお供試体両端部より露出させた部分の鉄筋は腐食を防ぐため、水槽内に入らないようにした。

電流は供試体を流れる限界に近い 0.7A に設定した。電流はデータロガーを 10Ω の抵抗を挟んで接続し、抵抗部分の電圧を測定することにより求めた。

2.4 腐食量測定方法 通電終了後は、鉄筋を水槽から取り出し、クエン酸二アンモニウム水溶液に浸漬し錆を落とした後、重量を測定し腐食量を求めた。また 5cm ごとに鉄筋の直径を測定し断面積を求めることで腐食の分布を求めた。鉄筋コンクリート供試体については、発生した表面ひび割れ幅を 5cm 間隔でクラックスケールにより測定してから中の鉄筋を取り出し、錆を落とした後重量の測定と鉄筋直径の測定を行った。

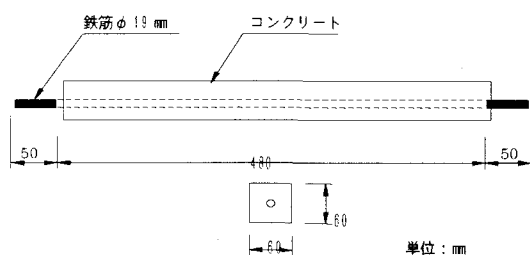


図1 供試体(Bシリーズ)

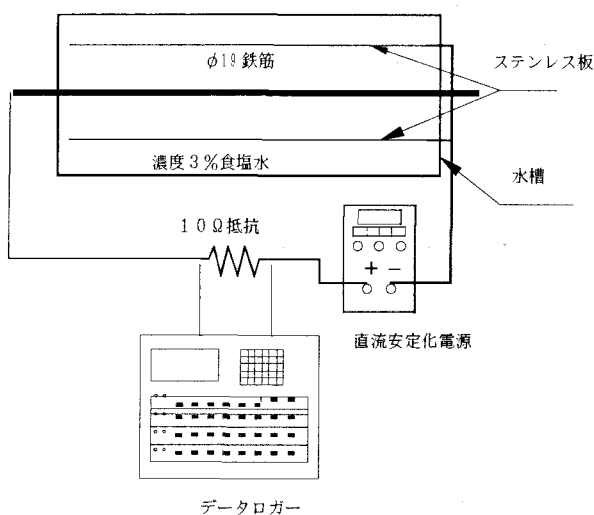


図2 実験装置(Aシリーズ)

表1 コンクリートの示方配合

Gmax (mm)	水セメント W/C(%)	細骨材比 S/A	単位量 水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	食塩 (kg)
15	50	45.5	184.3	369	772	936	1.2

表2 実験条件・積算電流量

タイプ	実験条件		周辺環境	備考	積算電流量	腐食量	単位面積腐食量
	＋極	－極			(Ahr/cm ²)	(g)	(mg/mm ²)
A-1			空气中			0.57	0.0162
A-2			食塩水中			2.07	0.0592
A-3	鉄筋	ステンレス板	食塩水中	電食	0.5060	162.70	4.6344
A-4	ステンレス板	鉄筋	食塩水中	防食	0.3115	0.50	0.0143
A-5	鉄筋端部	鉄筋他端部	空气中	通電	0.0725	0.70	0.0202
A-6	鉄筋端部	鉄筋他端部	食塩水中	通電	0.0563	1.93	0.0554
B-1	鉄筋	ステンレス板	食塩水中	電食	0.4069	144.47	4.0719
B-2	ステンレス板	鉄筋	食塩水中	防食	2.3088	1.10	0.0312

食塩水中に浸漬した供試体 A-2 と比較して、A-1、A-4、A-5、B-2 で腐食量が少ない。A-2 の腐食量は A-1 の腐食量の約 4 倍になっており、周辺環境の違いの差だと考えられる。供試体 A-4 では供試体 A-1 よりも僅かに腐食量が少なく、防食の効果が見られる。鉄筋単体の電食供試体 A-3 と鉄筋コンクリートの電食供試体 B-1 では共に腐食量が多く、電食の効果が見られる。気中の通電供試体 A-5 は供試体 A-1 よりも僅かに腐食量が多い。食塩水中の通電供試体 A-6 は供試体 A-2 よりも腐食量が少ない。

3.2 鉄筋の腐食の分布 図3に鉄筋単体での電食供試体 A-3 と鉄筋コンクリートの電食供試体 B-1 の腐食量と断面積欠損分布を示す。供試体 A-3 は全体が一樣に断面欠損している。また腐食量に偏りが見られ、＋極を接続した側の鉄筋の断面欠損が大きくなっている。供試体 B-1 は断面欠損が一樣となっていない。

3.3 ひび割れ発生状況 図4に B-1 供試体でのひび割れ発生状況を、図5にそれぞれの測定位置でのひび割れ幅を示す。ひび割れはコンクリートの一面にのみに鉄筋に沿って一本発生した。断面欠損の大きい位置はひび割れ幅も大きくなる傾向が見られる。

4.あとかき

今回の実験において、直流電流が鉄筋の腐食に与える影響が確認できた。電極の設置の方法により防食・電食の効果が得られ、腐食に偏りが見られることが観察できた。また、腐食量とコンクリート表面に発生したひび割れとの関係においても、鉄筋腐食の多い部分とひび割れ幅の大きい部分とが比較的一致している。しかし、食塩水中の電食による実験では、腐食量が増えると鉄筋の錆がひび割れ部から食塩水中に溶け出し、ひび割れ幅の広がりや抑制されるような傾向がある。実構造物への適用を考えると、観察されたひび割れ幅から内部の鉄筋の腐食量を算定する場合に、腐食量を少なく見積もることであり、構造物の力学的な性能を危険側に評価することである。今後、鉄筋腐食量とコンクリート表面のひび割れ幅との関係をひび割れ幅算定モデルによる比較から評価を行いたい。また、室内実験段階での精度の良い実験方法の提案と、それに基づくひび割れ幅を算定するモデルの提案が必要だと思われる。

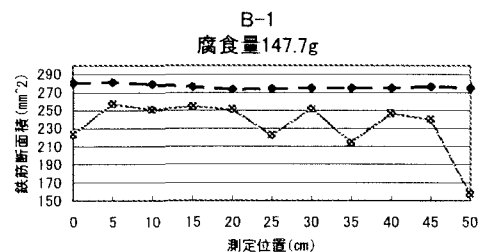
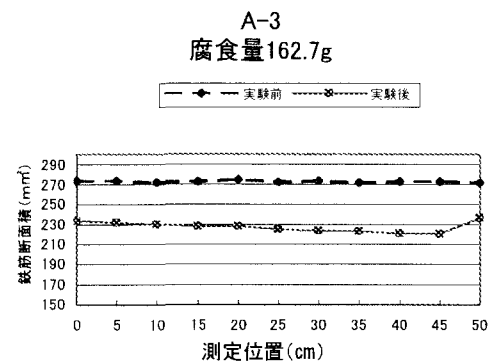


図3 腐食量と断面積欠損分布

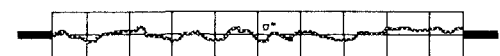


図4 ひび割れ発生状況

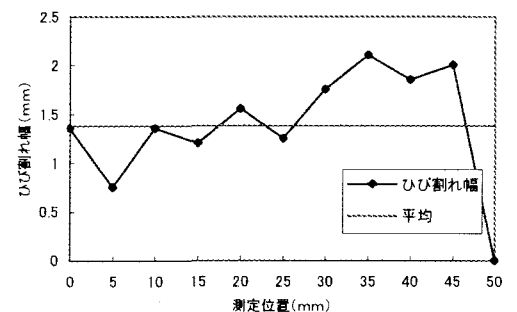


図5 ひび割れ幅