

電気抵抗測定に基づく鉄筋コンクリート貫通ひび割れ部での水分移動について

広島大学工学部 正会員 ○田中 和幸
 広島大学大学院 学生会員 矢田 一也
 広島大学大学院 正会員 佐藤 良一

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物は供用中にひび割れが生じる。コンクリートにひび割れが存在する場合、酸素や水分、および塩化物などの腐食因子の物質移動が容易になり、鉄筋腐食が生じることで構造物の耐久性能に大きな影響を与える。しかし、ひび割れを有するコンクリート中の物質移動に関しては合理的に表現する手法は確立されていないのが現状である。そこで、本研究では台風等の風雨により運ばれる塩水が供給されるひび割れ部を想定し、ひび割れ面の水分供給方向に沿った電極間の抵抗を計測することで、貫通ひび割れ部での水分移動状況を把握することを試みた。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

本実験では、W/C40%、粗骨材の最大寸法 40mm の舗装コンクリートを対象とした。示方配合を表 1 に、また供試体概要を図 1 に示す。供試体は 150×200×900mm の角柱供試体とし、供試体中心部に切り込みを予め設けて、断面図心に D19, SD345 異形鉄筋を配置した。さらにひび割れ部、ひび割れから 40mm、ひび割れの影響が無視し得るひび割れから 225mm の断面に電気抵抗測定用ステンレス製電極(φ:2mm)を埋め込み、経時的に電気抵抗を測定した。ひび割れの導入に際しては、長手方向中央断面に曲げによりひび割れを導入した後、両端部鉄筋を両引きした。鉄筋応力が 231N/mm²、ひび割れ幅が平均 0.3mm になったところで切り込み部に高性能グラウト材を埋め込み、硬化後、除荷し、その残留値を 0.3mm 程度に制御した。

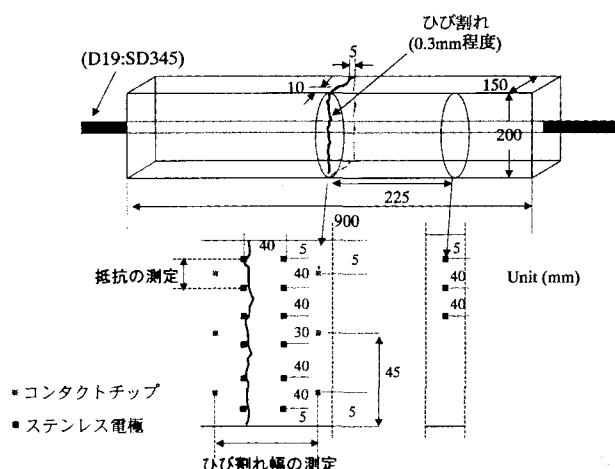


図 1 供試体概要

2.2 水分浸入および逸散

環境条件として、台風等の風雨または降雨に曝されるひびわれ部を想定し、40℃、NaCl を 3%含む降雨環境(降水量 55mm/hr)に 24 時間、その後 40℃、60%R.H.の雰囲気中に 6 日間を供試体を与えた。また、ひび割れ部での供試体への水分浸透は①表面からの水分浸透、②ひび割れからの供試体内部への水分浸透の 2 種類が考えられることから、エポキシ系樹脂で以下のようにシールをした。

- ・ 供試体上面から水分が浸入し、下面ひび割れ部から排水、すなわち供試体上面および下面ひび割れ部を除く 6 面をシールした供試体(Type=D)
- ・ 供試体上面ひび割れ部のみ水分が浸入し、下面ひび割れ部から排水、すなわち供試体上面・下面のひび割れ部を除く 6 面をシールした供試体(Type=D(S))

表 1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	SP
40	6.5	4.5	40	40	168	420	676	1030	C*1%

2.3 相対含水率と相対比抵抗

本実験では、水分移動をとらえるための含水率の基準として、105度で炉乾燥した状態および8日間の浸漬後の飽和状態をそれぞれ相対含水率(W)0%, 100%と定義する。また、飽水時の比抵抗に対する各水分状態の比抵抗の比を相対比抵抗(P)と定義し、寸法50×60×150mmの小供試体を用いて、WとPの関係を求めた。結果を式1に示す。式1を本実験においてひび割れ部でも適用可能と仮定する。

$$\ln W = 4.605 - 0.357 \ln P \cdots \cdots (\text{式 } 1)$$

3 実験結果

3.1 Type=D

図2にType=Dの水分状況を示す。ひび割れ幅0.3mm程度では相対含水率の変化から、水分は容易にひび割れ部に浸入していることが確認できる。また、ひび割れ幅0.3mm程度では、重力の影響は小さく、ひび割れは表面および底面で開放されていることから、表面と底面での圧力勾配はない。従って、表面張力が支配的な駆動力と考えられる。また、ひび割れ部では水分はひび割れ部表面から供試体内部に浸透しながら流れると考えられるが、降雨24時間後において、表面ひび割れ部以外では相対含水率が100%にならなかった。ひび割れ部底面では1時間後には底面にまで浸入しているのが確認できるが、その後相対含水率の変化がほとんどないことから、ひび割れ部では水分が飽和状態として流れていない可能性がある。すなわち、供試体を水中に浸漬した状態とは異なることが示唆された。また、ひび割れから40mmでは、表面からの距離が深くなるに伴い、相対含水率の変化が微小になっているのが確認できる。ひび割れから225mmでは、表面付近は相対含水率の変化が大きかったが、表面以外は小さかった。

3.2 Type=D(S)

図3にType=D(S)の水分状況を示す。Type=Dとは異なりひび割れ部表面においても相対含水率は100%にはならなかった。これはひび割れ部表面付近では表面からの水分浸入の影響が大きいことを示している。

4 まとめ

- (1) 貫通ひび割れ部断面内の電極間抵抗を直接的に測定することで、水分浸入および乾燥に伴う水分逸散状況を定性的に評価することができた。
- (2) 水分浸入過程において、ひび割れ幅0.3mm程度では表面張力を駆動力とする流れであると考えられる。
- (3) ひび割れ部での水分の流れが、飽和状態として流れていない可能性を示した。また、供試体を水中に浸漬した状態とは異なることを示唆した。
- (4) ひび割れ部表面付近では表面からの水分浸入の影響が大きいことを示した。

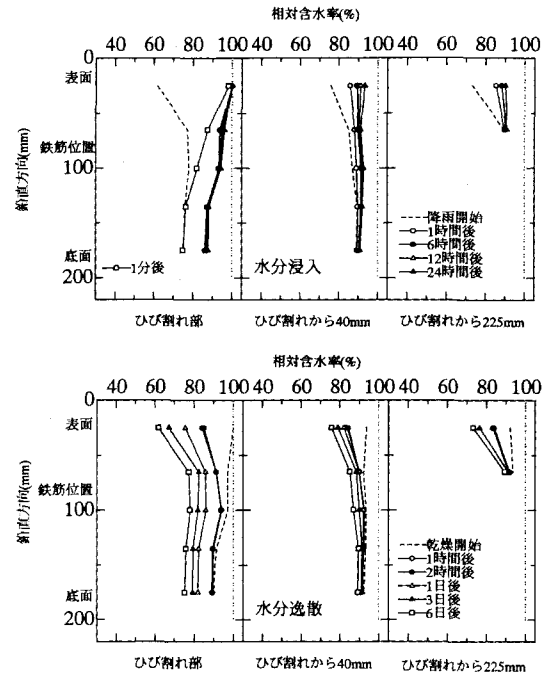


図2 Type=D

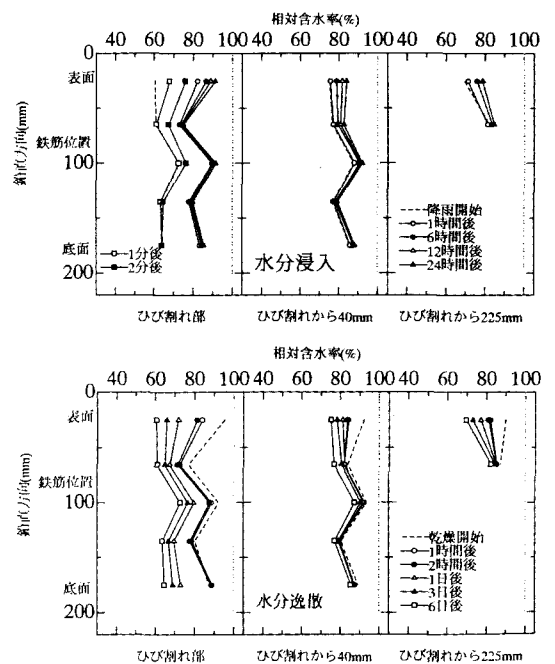


図3 Type=D(S)