

足利工業大学工学部 正会員 ○黒井 登起雄

同 上 正会員 松村仁夫

鋼材倶楽部スチールファイバー委員会 高見法 脩

1. まえがき

近年、鉄筋コンクリートの維持・補修方法として、電気防食、塩分除去、再アルカリ化など、鉄筋コンクリートに直流電流を作用させる各種工法が開発されている。そこで、本研究では、電気防食などにおいて電流場の影響を受けるコンクリートに対する鋼繊維混入の有効性について明らかにすることを目的に、鉄筋の引き抜きによる付着強度試験と湿潤状態のコンクリートの電気抵抗率の測定を実施して検討し、考察した。

2. 実験の概要

2.1 使用材料及び配合 鉄筋は、図-1 に示す加工した呼び径16mmの横ふし形状のみがき異形棒鋼を用いた。鋼繊維は、N社製の $0.5 \times 0.5 \times 10\text{mm}$ (ストレートタイプ) および $0.5 \times 0.5 \times 20\text{mm}$ (波付タイプ) のものを用いた。配合は、 $W/C=40$ および 60% (スランプ $=10 \pm 2\text{cm}$) のコンクリートおよびその配合に基づくモルタルとした。鋼繊維混入率は、 $V_f=0, 1.0$ および 2.0% (容積百分率) とした。なお、一部のモルタルには、 $0.49\text{g}/\ell$ の塩化物を混入した。

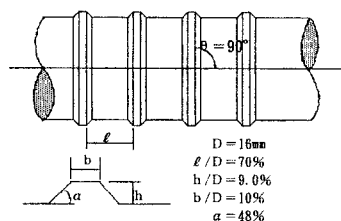


図-1 みがき異形棒鋼の形状

2.2 供試体の形状及び試験方法 電解試験用供試体は、図-2に示すように、内径10.5cm、高さ12cmの構造用炭素鋼鋼管にモルタルを打ち込み、その高さ方向の中心に鉄筋を埋設する形状とした。供試体は、 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ の水中で養生し、電解試験は、材齢28日に水道水中で、埋設鉄筋を陰極に、鋼管を陽極に接続して行った。電流は、40mA(鉄筋表面の電流密度 $0.90\text{mA}/\text{cm}^2$)、10mA ($0.21\text{mA}/\text{cm}^2$)、5mA ($0.10\text{mA}/\text{cm}^2$) および3mA ($0.063\text{mA}/\text{cm}^2$) の一定直流電流とし、試験時間は、それぞれ積算電流量が13.44A・hおよび26.88A・hに達する時間までとした。電解試験後に、鉄筋とモルタルとの付着強度試験および鉄筋、鋼繊維のさび発生状況の観察を行った。付着強度試験は、JSCE-G503-1988に準じて行い、結果は自由端すべり量が鉄筋径の0.02%ときの付着応力(初期付着強

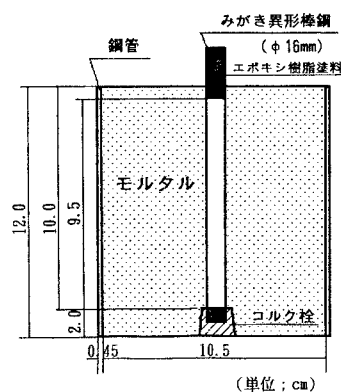


図-2 電解試験用供試体の形状

度 (f_{bo}) によって評価した。電気抵抗率測定用供試体は、一辺が10cmで、相対する面に同一寸法の真鍮板 (厚さ0.2cm) を接着した立方体の形状とした。電気抵抗率は、材齢14日、28日、56日、3ヶ月、6ヶ月において、交流 (周波数5 kHz) および直流電流によって湿潤状態における値を測定した。なお、塩化物を混入したコンクリートは、材齢3ヶ月以降20000ppmの塩水中に浸漬した。

3. 実験結果および考察

3.1 鉄筋との付着強度に及ぼす電流場の影響 図-3は、 $I=0.21\text{mA}/\text{cm}^2$ および $0.10\text{mA}/\text{cm}^2$ のときの鉄筋の初期付着強度比（健全なモルタルと鉄筋の付着強度を1.0としたときの強度比）と積算電流量との関係を示す。また、図-4は、 $I=0.84\text{mA}/\text{cm}^2$ のときの鉄筋とモルタルとの初期付着強度比と積算電流量との関係を示す。図-3より、 $I=0.21$ および $0.10\text{mA}/\text{cm}^2$ の小さい電流密度の電流で、積算電流量 13.4~26.9A・

キーワード：鋼繊維補強コンクリート(SFRC)、直流電流、付着強度、電気抵抗率

連絡先：〒326 足利市大前町268-1 TEL 0284-62-0605 FAX 0284-64-1061

h（積算電流密度 2822～5645 A・h/m²）の時間モルタルに作用させても、鉄筋の付着強度の低下は、鋼繊維混入および無混入いずれの場合においてもほとんど認められない。これは、積算電流密度 6048 A・h/m²以下で付着強度が大きく低下しないとの報告と近似している¹⁾。しかし、図-4より、鋼繊維無混入モルタルに積算電流量 13.4 A・h以上の電流（I = 0.84mA/cm²）が作用したとき、鉄筋の付

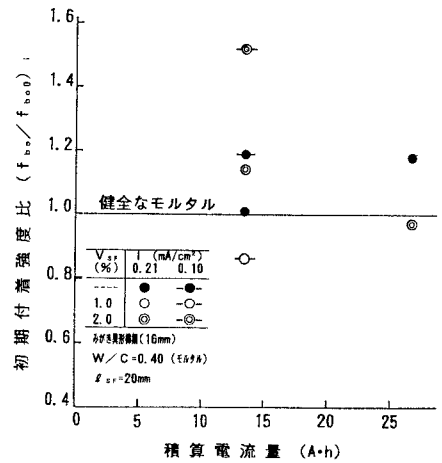
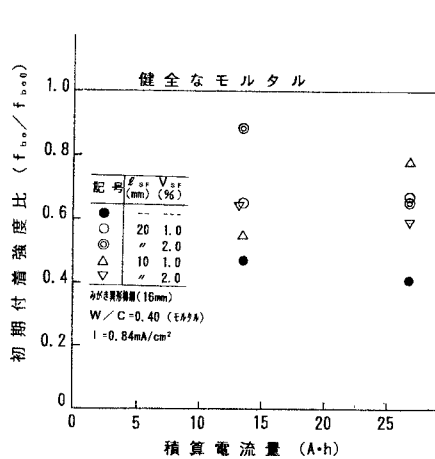


図-3 付着強度比と積算電流量との関係 図-4 初期付着強度比と積算電流量との関係
着強度の低下は60%程度にも達する。これに対して、鋼繊維を混入したモルタル（V_{sf}=2%）の場合、鉄筋との付着強度の低下は、10～40%で、抑制されるようである。

以上より、鉄筋の付着強度の低下は、電流密度が小さい場合には、積算電流量26.9A・h程度まで認められない。しかし、電流密度が大きい場合、付着強度は、電流密度の影響が支配的になると考えられる。この場合、鋼繊維の混入は付着強度の低下抑制に効果を発揮するようである。

3.2 SFRCの電気抵抗率

図-5（周波数5kHzの交流）および図-6（直流）は、鋼繊維混入および

無混入モルタル（ ℓ_{sf} = 10mmおよび20mm、V_{sf} = 2.0%）の電気抵抗率と材齢の関係を示す。鋼繊維混入コンクリートの電気抵抗率は、直流の値が交流の約3倍となり、混入コンクリートの電気抵抗率は、無混入の場合の約3/4である。これは、図-4の鋼繊維混入による付

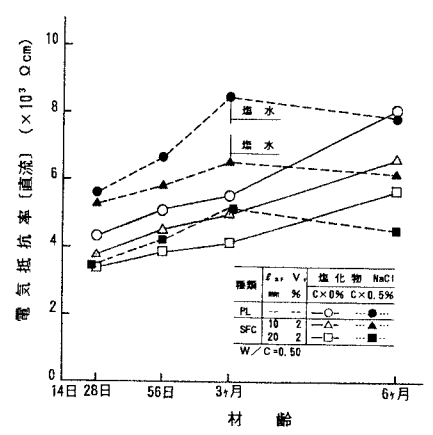
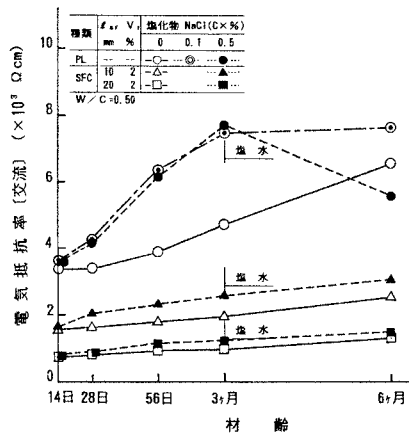


図-5 コンクリートの交流電気抵抗率 図-6 コンクリートの直流電気抵抗率

果および電食試験における防食効果²⁾とほぼ符合する。したがって、鉄筋コンクリートの電流場の影響を検討する場合、直流電気抵抗率の方が適切と思われる。なお、図-6により、材齢3ヶ月までのコンクリートの電気抵抗率は、塩化物を添加した方の値より大きくなっているが、これは、塩化物添加の場合の圧縮強度が無添加の場合より5～10N/mm²程度大きいことによるものと考えられる。3ヶ月以後のコンクリートの電気抵抗率の低下は、塩水浸漬によって、遊離塩化物イオンが増加した影響と考えられる。

〔参考文献〕 1) 酒井ほか；電気化学的処理による鉄筋コンクリート構造物からの塩分除去、コンクリート構造物の補修工法と電気防食に関するシンポジウム論文報告集（JCI）、pp.53-pp.58、1994.10 2) 黒井ほか；電流作用下における鋼繊維混入コンクリートの防食特性、土木学会第50回年次大会講演概要集、V-282（1995）