

GRC埋設型枠の鉄筋防食効果について

鹿児島大学大学院 学生員 ○浜崎智洋
 鹿児島大学工学部 正会員 武若耕司
 鹿児島大学工学部 豊倉勇司

1. まえがき

塩害環境下のコンクリート構造物では、使用期間内に内部鋼材の腐食によって構造物の機能が損なわれる可能性が極めて高く、また、この場合にその機能を他の方法で代替したり、補修、補強によって回復させることも非常に困難である。このため、例えば海洋環境などに建設される構造物に対しては、より積極的な鉄筋防食策を施そうとする考え方が主流となってきた。このような防食方法の一つで、エポキシ樹脂塗装鉄筋や電気防食法と並んで極めて有効であると期待されている方法に防食型枠法がある。

本研究は、この防食型枠法について取り上げたもので、ガラス繊維補強セメント（以下、GRC）を防食型枠用材料として実用化させることを目的として、GRC埋設型枠の鉄筋防食効果について検討を行った。

2. 実験概要

供試体の概要を図-1に示す。型枠として用いるGRC板は、セメントとしてGRCセメントを、細骨材として最大粒径1.0mmの種子島海砂を使用し、表-1に示すような配合でダイレクトスプレー法により作製された繊維量5%（繊維長さ37mm）、厚さ10mmのものである。なお、GRC板におけるコンクリートとの付着面は、凸凹ローラーでの仕上げ、2.5～5mm砕石を1㎡あたり0.75kgあるいは1.5kg埋め込んだものの計3種類の方法で処理を行い、それぞれについて供試体を作製して、GRCの付着性と防食性の関係についての検討も試みた。なお表-2には、各表面処理の場合において、著者が先に提案した評価方法を用いて表面形状の評価を試みた結果の例を示した。これらの評価指標値とGRCの付着性能の間には正の相関のあることはすでに確認されている。

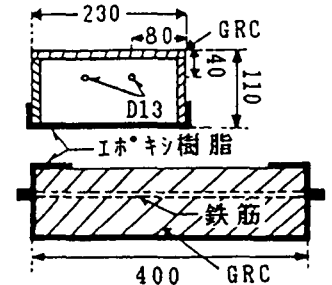


図-1 腐食試験用供試体

表-1 GRC板の配合

W/C (%)	S/C (%)	GF (%)	高性能減 水剤(%/C)	モルタル 値(mm)	曲げ強度(kg/cm ²)	
					二週目	四週目
37	100	5	0.83	285	184	240

表-2 GRC板のコンクリート付着面形状の評価結果

表面処理 の方法	ローラー 仕上げ	骨材埋め込み 0.75kg/㎡	骨材埋め込み 1.5kg/㎡
平均深さ(mm)	0.592	0.896	1.189
付着面積の増分(cm ²)	8.78	37.91	53.44
付着体積(cm ³)	9.17	15.43	21.06

実験の主な要因と水準を表-3に示す。型枠内に打設したコンクリートは水セメント比を60%とし、コンクリート中にあらかじめ塩分を含む場合（NaCl換算でコンクリート重量比0.5%）と含まない場合についてそれぞれ防食性を検討することにした。さらに、各表面処理の型枠とも、底面に継目がある場合とない場合の2種類を作製したが、この継目および型枠底面と側面の接合方法は、GRC同志を突き合わせてエポキシ樹脂で接着する方法とした。また、比較のため、型枠付供試体と同一の外寸法で型枠を付設していない供試体の作製も行った。

表-3 実験の要因と水準

表面処理 の方法	W/C		継目		初期塩分	
	45%	60%	有	無	有	無
コンクリートのみ	○	○	—	—	○	○
ローラー仕上げ	—	○	○	○	○	○
骨材0.75kg/㎡	—	○	○	○	○	○
骨材1.50kg/㎡	—	○	○	○	○	○

供試体は、材令1カ月目から海水散布6時間と乾燥6時間を1サイクルとして繰り返す温度30℃の養生室内に放置して鉄筋の腐食促進をはかり、定期的に鉄筋の自然電位の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図-2は、塩分無混入の供試体における鉄筋電位の経時変化を示した。これによると、埋設型枠がない供試体においては、鉄筋電位がおおむね -100mV vs. Ag/AgCl より貴な値で、徐々に貴変する傾向を示すのに対し、型枠付設供試体ではいずれも、2~3週間て鉄筋電位が -900mV vs. Ag/AgCl 付近まで卑変し、10週間程度この状態が続いた後貴変する傾向がみられた。

このように型枠付設の有無によって内部鉄筋の電位が大幅に異なった原因については、次のように考えられる。すなわち、図3-(a)は不動態化している鋼材表面の腐食反応をモデル化したものである。通常のコンクリート中での鉄筋の不動態化は、アノード反応とカソード反応が図中のX点で起こることによって生じ（その時の電位は E_n ）、その後、アノード反応は徐々に抑制されて反応点がX'の方向に移行し、鉄筋の電位は E_n から E_n' へ貴変する。型枠を付設していない場合の鉄筋電位の測定結果には明らかにこの状況が現れている。一方、型枠付設供試体においても、養生期間の短い現状では鉄筋周辺のコンクリートの状況は型枠の無い場合と大差ないものと考えられ、従って、アノード反応については型枠の有無による差はそれほど無いと思われる。このため、今回のような型枠の有無による電位の相違については、型枠付設供試体においてカソード反応が極端に抑制された状況（曲線C-D'）を想定することが最も妥当となる（反応点はYおよびY'）。この場合、鉄筋の電位は最初著しく卑な E_r 付近で保持され、その後アノード反応の抑制に伴って E_r' へと大幅に貴変することになる。そしてこのような状況は、型枠がカソード反応に必要な酸素の鉄筋表面への供給を極端に抑制していることを意味している。

図-4は、塩分混入供試体における鉄筋電位の経時変化を示した。この場合には、あらかじめ混入された塩分によって鉄筋が活性化し、アノード反応は型枠の有無にかかわらず上述した塩分無混入の場合とは大きく異なるが、カソード反応の状況については、現状では、塩分の有無による大きな差は見られないものと思われる。従って、その腐食反応モデルとしては図3-(b)を想定することができる。この図と図-4を比較すると、骨材を埋設して付着性を高め、しかも継目のないGRC型枠を付設した供試体において電位の大きな卑変傾向が認められるが、これは、明らかにカソード反応の抑制による腐食速度の減少を示唆していると見なせる。ただし、付着性が低い型枠の場合や、型枠に継目を有する場合には電位の測定結果のみからは、明確な防食効果は確認出来ない。従って、このような状況においては型枠の酸素拡散に対する抑制効果が十分ではなくなる可能性も考えられ、今後とも十分な検討が必要である。

4. まとめ

本検討において、GRCを埋設型枠として用いることにより酸素の拡散を防ぎ、鉄筋上のカソード反応を大幅に抑制できることが確認された。

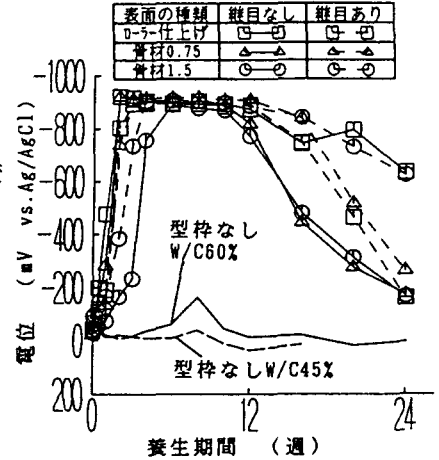


図-2 塩分無混入供試体中の鉄筋電位

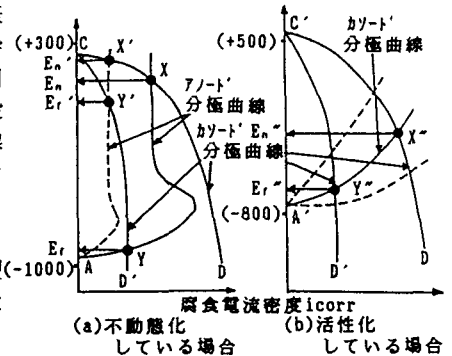


図-3 コンクリート中の鉄筋の腐食反応の概念図

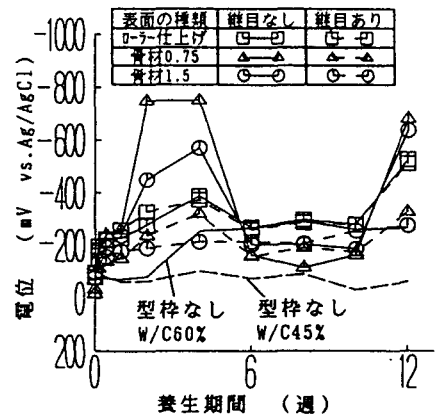


図-4 塩分混入供試体中の鉄筋電位