

V-178 積雪寒冷地におけるチタンメッシュ方式による鉄筋の電気防食

北海道開発局開発土木研究所 正会員 堺 孝司 大越 威
住友セメント株式会社 正会員 〇川俣孝治 正会員 峰松敏和

1. まえがき

近年、我国においては、コンクリート中の鋼材の腐食対策として、電気防食法を適用する試みがなされている。これは、すでにコンクリート中に塩化物が存在する場合、断面修復やライニング法が抜本的な補修工法としての信頼性に欠けるためであり、米国等では、積雪寒冷地の凍結防止剤による塩害の対策としての適用例が多数ある。しかし、我国の積雪寒冷地、特に北海道においては、凍結防止剤の使用が少ないため、飛来塩分による塩害が電気防食の主たる対象となる。

積雪寒冷地における電気防食法の適用を考える場合、電気防食法自体の寒冷環境下での防食効果を確認することは勿論のこと、電気防食システム全体としての耐凍害性の把握が非常に重要である。

本報告は、上記のような観点に基づいて、電気防食を施した鉄筋コンクリート供試体の凍結融解試験について報告するものであり、ここでは、電気防食用の陽極としてチタンメッシュを適用した場合の試験結果について述べる。

2. 実験概要

実験は、図-1に示す形状寸法の供試体を用い、表-1に示す実験因子について検討することとした。供試体は、表-2の配合の旧コンクリート打設後、約1か月で電気防食用のチタンメッシュを設置し、陽極の被覆材として、ポリマーを添加した超速硬セメントモルタルの乾式吹付け又はプレパックモルタルを左官で施工した。その後、約1か月で、通電調整(E log I試験)を実施し、150mV シフトが得られる電流密度(表-1参照)を定電流方式で通電し、凍結融解試験を開始した。凍結融解試験は、ASTM C 666を参考とした気中凍結、散水融解試験であり、1サイクル6時間で実施した。測定項目は、凍結融解試験時の照合電極の電位及び電源電圧の変化、30サイクルごとの外観調査並びに490サイクル終了後の陽極被覆材の付着強度試験(建研式)及び供試体の解体による腐食程度の確認調査を実施した。

3. 試験結果

電気防食を施した供試体の凍結融解試験結果として、図-2に融解時又は凍結時の電位と凍結融解サイクル数との関係を示す。これらの結果によると、融解時の電位は、通電開始後、時間の経過とともに単方向への分極が進み、200サイクル程度からほぼ安定した電位を示した。一方、凍結時には、比較的早い時期に電位の安定が認められ、その電位は、融解時よりも、平均して100mV程度卑な電位で、実験全体を通じて、目標とする分極量(150mV)以上の電位が得られていた。この試験結果及び低温状態

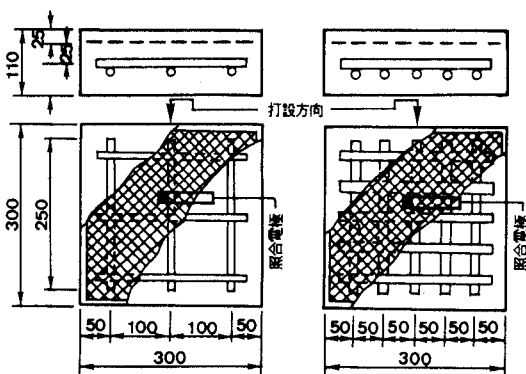


図-1 供試体の形状寸法

表-1 供試体の種類及び通電調整試験結果

供試体番号	鉄筋径/本	塩分量 Cl ⁻ /m ³	陽極の種類	陽極被覆方法	自然電位 [コックリト] (mV)	電流密度 [コックリト] (mA/m ²)	電位シフト量 (mV)
A 1	D13/ 6	4.5kg	チタンメッシュ	吹付	-364	6.7	-154
A 2	D16/10	4.5kg	チタンメッシュ	吹付	-360	38.9	-156
A 3	D13/ 6	9.0kg	チタンメッシュ	吹付	-464	27.8	-154
A 4	D13/ 6	4.5kg	チタンメッシュ	左官	-354	6.7	-183
D 1	D13/ 6	4.5kg	なし	なし	-349	-	-
D 2	D16/10	4.5kg	なし	なし	-352	-	-

表-2 旧コンクリート及び陽極被覆材の配合

	C _{max} (mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	S	G	P
旧コックリト	25	9.0	5.0	50.5	39.6	151	299	737	1112	-
被覆材	吹付	5	-	45.0	100	173	510	1530	-	57.5
	左官	2.5	8.0	6.0	-	100	ルパック材/水=25/4 (kg)			

での腐食反応速度が小さくなることなどに基づく
と、凍結融解環境下の電気防食においては、融解時
(できれば予想される最高温度及び乾燥状態)に実
施した通電調整試験結果に基づく防食電位を与える
ことによって、防食状態を十分に保持できると推察
される。一方、無防食供試体の凍結時電位は、融解
時より若干貴な電位となっており、これは、コンク
リートの凍結及び腐食の不活性化等に関連してい
ると考えられる。

図-3に、凍結時と融解時の電源電圧の変化を示
す。この結果に基づく、定電流方式で通電した本
供試体の電源電圧は、凍結時の方が大きく、その差
は通電電流密度が大きいものほど大きい傾向にあ
った。これは、凍結時にコンクリートの電気抵抗が
大きくなることに起因しており、一定電流を供給す
るために必要な電圧が増大するためである。

凍結融解試験時の外観観察では、塩害に起因する
と考えられる劣化は試験全体を通じて全く認めら
れなかった。しかし、旧コンクリート部には、凍害に
起因するポップアウト、角欠け、ひび割れ等の劣化
が認められた。また、電気防食供試体の陽極被覆材
は、A1供試体角部の軽微なスケールを除き、
いずれも試験終了まで健全な状態を保持していた。

表-3に、凍結融解試験終了後の陽極被覆材の健
全性を確認するために実施した付着強度試験結果を
示す。この結果に基づく、付着強度は15kgf/cm²
程度以上で、初期の健全性が保持されており、本電
気防食システムは、凍結融解環境下においても健全
な状態を長期間保持できると考えられる。

また、供試体の解体による腐食程度の確認調査にお
いて、いずれの供試体についても旧コンクリート打設
方向から見た鉄筋下面に腐食が認められたが、この腐
食は、初期の自然電位からみて養生中に発生したもの
と判断できる。なお、鉄筋上面における比較では、防
食供試体が腐食の進行がなく健全であったのに対し、
無防食供試体では、赤錆の点在による腐食の進行が認
められ、電気防食の有効性が確認できた。

4. まとめ

チタンメッシュ方式による電気防食法の積雪寒冷地での適用性を、凍結融解試験により検討した結果、塩害と凍結融解作用を受ける環境下においても、ここで用いた電気防食法が十分に適用できること、外部電源法においては融解条件下で防食電位を設定することにより、凍結時も防食状態が保持できること等が明らかとなった。なお、本研究は、北海道開発局、中川防蝕工業(株)、日本防蝕工業(株)及び住友セメント(株)の共同研究として実施した実験結果の一部である。

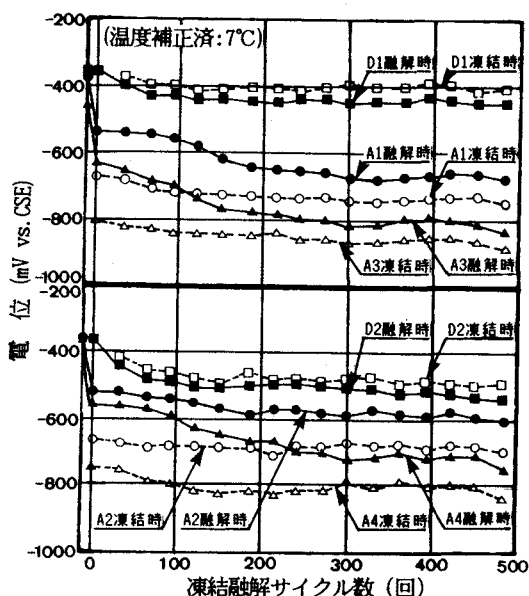


図-2 凍結融解試験時の照合電極電位の変化

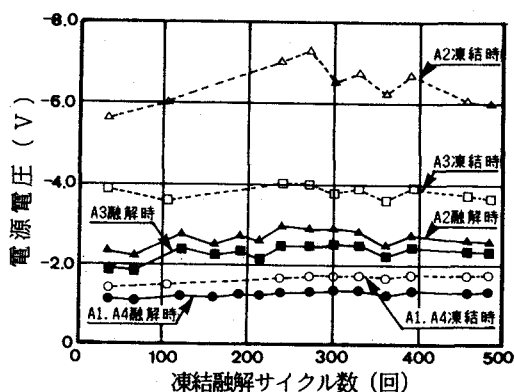


図-3 凍結融解試験時の電源電圧の変化

表-3 凍結融解試験終了後の付着強度試験結果

供試体 番号	付着強度 (kgf/cm ²) 及び破壊位置			
	1	2	3	平均
A 1	16.3 (B)	20.6 (A)	17.5 (B)	18.1
A 2	21.9 (A)	15.6 (C)	27.4 (C)	21.6
A 3	12.5 (C)	20.6 (B)	22.5 (B)	18.5
A 4	14.4 (C)	18.8 (B)	14.4 (C)	15.9

*破壊位置: (A)旧コンクリート部
 : (B)打継ぎ目部
 : (C)エポキシ樹脂接着部