

コーアツ工業(株) 正会員○馬庭秀士
鹿兒島大学工学部 同上 武若耕司

1. まえがき

コンクリート構造物の塩害対策として、電気防食法に対する関心が最近急速に高まっている。この方法は鋼材の腐食反応を直接阻止するため、システム自身がしっかりしたものであれば非常に信頼性の高い塩害対策手法となると期待され、特に、RC構造物については我が国でも試験施工事例が幾つか報告されるようになってきた。しかし、PC構造物に対する電気防食の適用については、RC構造物の実施工例を多数有している欧米においても未だ十分に評価されているとは言い難い状況にある。その最大の課題は、高応力下のPC鋼材においては通電による材質変化や過防食状態における水素脆化割れの危険性があることである。ここでは、以上のことを考慮して、PC構造物への電気防食法の適用性について検討を行うために実施している基礎的実験のうち、これまでに得られた結果を報告する。

2. 実験の概要

検討に用いた供試体は、図-1に示す形状のプレテンションPC供試体である。また、この供試体の主な仕様を表-1に示す。特に、鋼材の緊張力については、降伏強度の54%のプレストレスを導入した場合(タイプI)および、83%を導入した場合(タイプII)の2種類についてそれぞれ検討を行っている。なお、通電供試体については鋼材の腐食環境をより厳しい条件とするために、コンクリート中にNaClを5kg/m³混入したが、その他、比較用の無通電供試体として同量の塩分を混入したものおよび塩分無混入のものも作製した。鋼材への通電は外部電源方式で行うこととし、その際の通電量については、表-2に示す5種類の電流量と通電期間の組合せを設定した。この通電条件の設定は、PC構造部材への通電の影響が供給電流量のみではなく防食期間中の積算電流量によっても変わるものと予想して、取り敢えず積算電流量一定の条件としたものである。試験期間中は、通電の有無にかかわらずいずれの供試体も、海水散布6時間と乾燥18時間を1サイクルとして繰返す温度30℃一定の養生槽内に放置した。ここでは、試験期間160日までの結果について報告する。

3. 実験結果および考察

図-2は、欧米で実績のある供給電流密度5μA/cm²の供試体について、コンクリートの電気抵抗の影響を除いた、通電時のPC鋼材自身の電位に相当するinstant off 電位の経時変化を

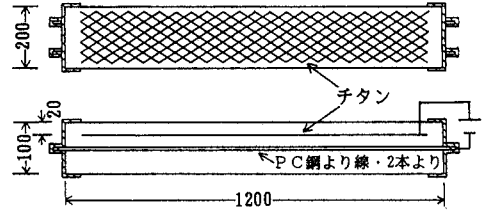


図-1 プレテンションPC供試体の形状

表-1 PC供試体の主な仕様

| 種類 | タイプI | タイプII |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 応力導入方式 | プレテンション方式 | |
| PC鋼材 | PC鋼より線(2本より) | |
| 導入緊張力の 実測値 | 1.37t/本 (降伏強度の54%) | 2.05t/本 (降伏強度の83%) |
| コンクリート 強度(kg/cm ²) | 565(1W)、706(24W) | 400(1W)、540(16W) |
| 塩分量(kg/m ³) | 0(無通電用)、5(無通電用、通電用) | |

表-2 供給電流密度とその通電期間

| 実験 NO. | 電流密度 (μA/cm ²) | 通電期間 (日) |
|-----------|-------------------------------|-------------|
| 1 | 228 | 80 |
| 2 | 114 | 160 |
| 3 | 76 | 240 |
| 4 | 38 | 480 |
| 5 | 5 | 3650 |

注) 上記の条件は積算電流密度438mA·h/cm²一定として設定

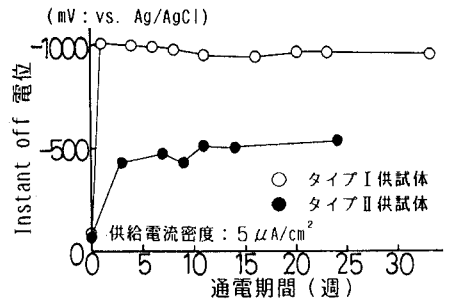


図-2 供給電流密度5μA/cm²の供試体における鋼材電位の経時変化

示した。また、図-3には、各供給電流密度の条件におけるPC鋼材のinstant off 電位の概略値を取りまとめた。これらの結果によると、鋼材電位が水素発生電位（およそ-980mV vs. Ag/AgCl）を越えるような高電流密度の条件においては、電流密度が同じであれば緊張力のいかにかわらずPC鋼材の分極量も同程度と見なせるが、通常の電気防食範囲となる低電流密度条件においては、供給電流量が同じであっても、鋼材緊張力が大きくなるほど鋼材電位の分極量は小さくなるようであった。これは、PC構造物においてはRC構造物以上に供給電流量の設定を慎重に行う必要があることを示している。さらに、通電中の供試体の観察結果から、特に通電条件N0.1~3のタイプI供試体において、図-4に示すようなPC鋼材に沿ったコンクリートの縦ひびわれが観察された。これは、高電流条件下で鋼材周辺に発生する水素ガスによる膨脹圧が原因となっているものと考えられるが、一方、同じく水素ガスの発生が予想されるタイプIIの同一通電条件の供試体においては、これまでのところこのひびわれは全く観察されていない。この差については、表-1に示すように、タイプIのコンクリート強度がタイプIIに比べてかなり大きくなったことから、タイプIの場合にはコンクリートが致密となって、かえって水素ガスがコンクリート中を拡散しきれずに大きな膨脹圧が生じる結果となった可能性も考えられる。

図-5および6は、通電期間160日までの供試体の曲げ載荷試験結果および内部のPC鋼材の引張り強さ試験結果をそれぞれ、無通電・塩分無混入供試体の結果との比で示したものである。タイプIの供試体においては、前述の縦ひびわれの影響と思われる梁耐力の低下が生じたが、PC鋼材自身の強度については高電流条件においても大きな変状は認められなかった。ただし、タイプIIの場合には、PC鋼材の引張強度が1割弱ほど低下するケースも見られ、導入緊張力が高い場合におけるPC鋼材の劣化の可能性も示唆された。なお、試験養生160日までの範囲における鋼材の腐食状況については、通電供試体には腐食の形跡が全く見受けられず、無通電供試体においても、端部に薄い錆層形成が見られる程度であった。また図-7には、無通電供試体において、混入塩分の有無による梁耐力および鋼材強度の相違について示したが、これまでのところ両者に大きな差は見られなかった。

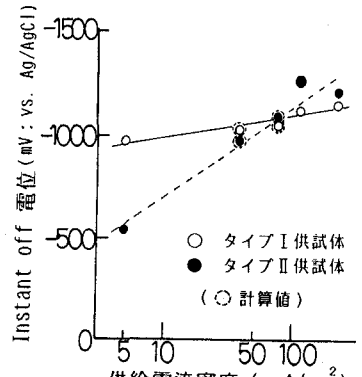


図-3 供給電流密度とPC鋼材の電位の関係（通電期間24週の値）

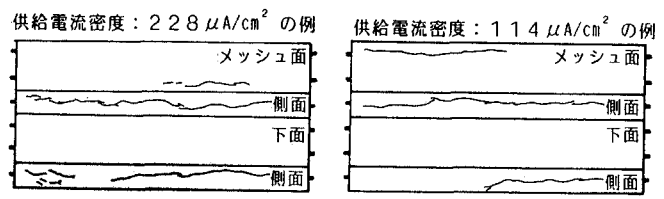


図-4 タイプI供試体における縦ひびわれ発生状況の例

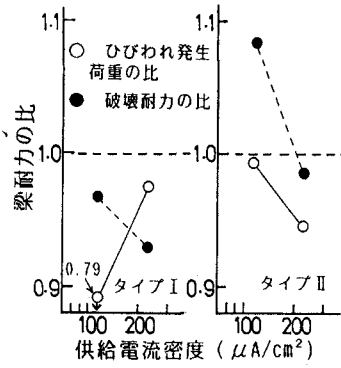


図-5 無通電・塩分無混入供試体に対する通電供試体の耐力比（供試体2体の平均の比較）

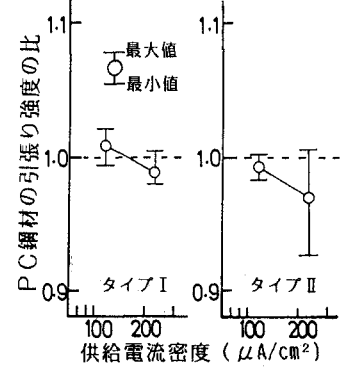


図-6 無通電PC鋼材に対する通電PC鋼材の引張強さ比（PC鋼材4本について検討）

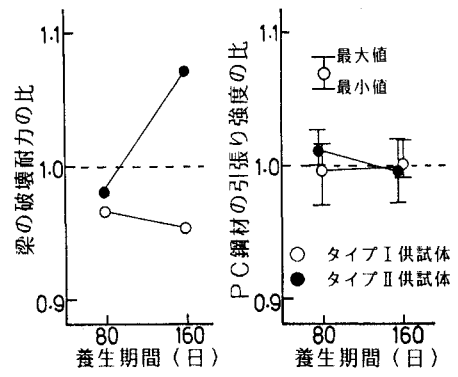


図-7 無通電・塩分無混入供試体に対する無通電・塩分混入供試体の諸強度比