

北海道大学 正員 高田 宣之
 “ “ 佐伯 昇
 “ “ 藤田 嘉夫

1. まえがき 近年、海岸などの過酷な環境下での鉄筋コンクリートあるいは海砂を用いた鉄筋コンクリートの鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートを剥落させるなどの報告が多数出され、鉄筋コンクリート構造物の耐久性を考える上から大きな問題とされている。本研究は鉄筋の腐食によるかぶりコンクリートのひびわれ発生および剥落時の力学的挙動の基礎的資料をうるため、コンクリートに埋め込んだ鋼片に電圧を加えアノード電極とし腐食を促進させ、腐食に伴う膨張圧とひびわれ発生状況を、水セメント比およびかぶり厚を異にする数種のモデル供試体を用いて測定、観察を行った。また同時に圧縮強度試験、釘抜き法および押抜き法によるかぶりコンクリートの剥落耐力を評価する試験を行い、鉄筋腐食量に抵抗することができるかぶりコンクリートとの相関性について実験を行ったものである。

2. 材料および供試体 普通ポルトランドセメント、鶴川海岸砂を用い、砂セメント比が2で水セメント比が0.45, 0.5, 0.55 および 0.6 のモルタルで、図-1の a, b, c に示す形状、寸法で、種々細工を施した供試体を作成した。腐食促進試験用供試体の埋め込み鋼片は全て打設の直前に、10%のHCl溶液で10分間ナイロンブラシを用いて洗い、10% NaOH 溶液に30秒間浸し中和した後水洗いし、ワイヤーブラシで表面を磨いたものを用い、各供試体の鋼片が同じ条件になるよう注意した。また打設に先立ち腐食量測定のための重量を測定したのち打設した。図-1 b, c のかぶりコンクリート剥落耐力試験用供試体では、ネジの側面やスチールバーの側面での摩擦の影響を取り除くためビニール、テフロンシートなどを巻いて打設した。なおこれら供試体の他、圧縮強度試験用の直径5cm高さ10cmの円柱供試体も作成した。

3. 試験方法 腐食促進試験は28日間20°Cの水で養生ののち、乾燥機(60°C)で2日間乾燥させたのち図-2に示すように、容器の中に鉄板を敷き、その上にかぶりコンクリート面を下にしてセットし、5mmの深さまで水を注ぎ、各供試体の鋼片に、電流を測定するための抵抗を通して、+5Vの直流定電圧を供試体の下に敷いた鉄板に対して、持続してかけた。その後腐食によるひびわれ発生を観察確認した段階で、供試体を割裂し鋼片に発生した錆をクエン酸二アンモニウム10%溶液を用いて洗い去り、重量減量あるいは厚さ減量の測定から腐食量を求めた。かぶりコンクリートの剥落耐力を求める釘抜き法は、図-1に示す直径2cmの逆円錐台の鋼片にネジ棒が取り付けられてあり、このネジ棒をカプラーを介して、ミハエリス試験機を利用して引抜き試験を行うものである。かぶりの大きいものに対しては押抜き試験法で

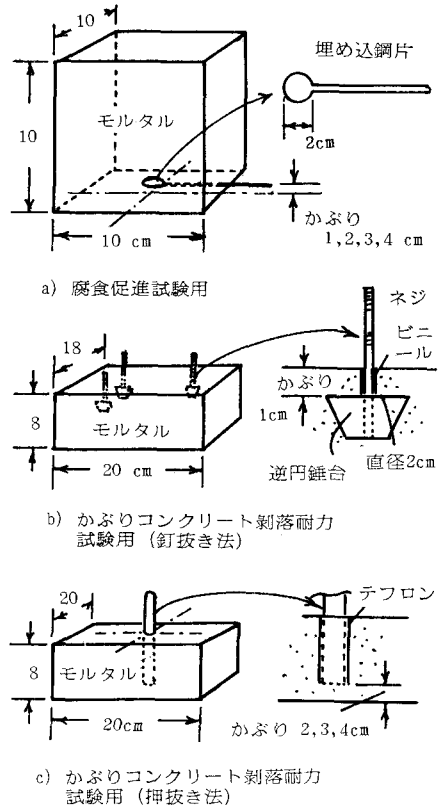


図-1 供試体

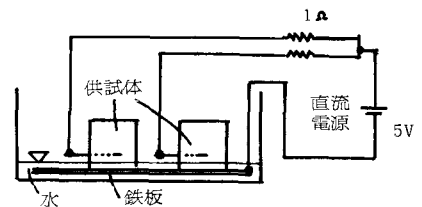


図-2 腐食促進試験

行い、厚さ15mmの鋼板で直径12cmの孔のあいた板上にテフロンシートを敷き、図-1cに示すコンクリート供試体の所定のかぶりにセットされた直径2cmのスチールバーを万能試験機を用いて押抜く方法で行った。

4. 実験結果および考察 図-3に腐食促進試験用供試体の鋼片に流した電流の経時変化を示す一例であり、水セメント比が55%でかぶりが1, 2, 3および4cmのもの、かぶりが2cmで水セメント比が45, 50および60%のものを描いたものである。これより、水の供給の大きいかぶり厚1cmでは大きな電流が流れる。また水セメント比が小さくなるにつれて電流は減少する傾向を示す。図-4は腐食促進供試体にひびわれが発生するまでに流した総電気量に対する腐食量の関係を示したものであり、電気量の増加に伴いほぼ直線的に腐食量が増加しており、この腐食促進試験が有効であることがわかる。写真-1はこれら供試体の鋼片の腐食によってかぶりコンクリートにひびわれが発生している状況を示す一例で、水セメント比が55%でかぶり厚2cmのものである。図-5はかぶりコンクリートの剝落耐力試験用の釘抜き法および押抜き法の供試体からえられた剝落耐力と水セメント比との関係を示したものである。各かぶり厚の剝落耐力は水セメント比が45%のものに対し、60%のものでは総じて62%に低下している。またかぶり厚の増加に対する剝落耐力はほぼ直線的に増加している。なお圧縮強度に対する剝落耐力の関係も同様である。図-6は腐食促進試験において腐食の膨脹によるひびわれが発生した段階での鋼片の腐食量と、その時の鋼片の実測かぶり厚より求められる剝落耐力との関係を示したものであり、腐食量は剝落耐力とほぼ比例関係にある。すなわち腐食による膨脹圧の大きさは腐食量に比例して増加し、かぶり厚などによる剝落耐力以上の腐食量ではかぶりコンクリートが剝落することがわかる。

5. まとめ コンクリートの強度やかぶり厚などを考慮した設計により、鉄筋の腐食によるかぶりコンクリートの剝落を防ぐことが可能である。

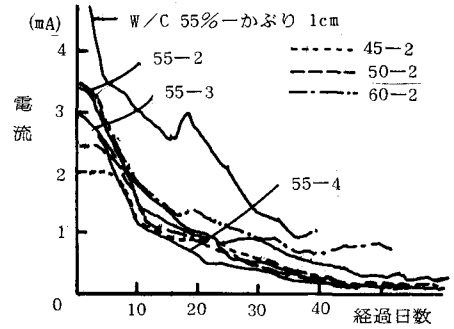


図-3 電流の経時変化

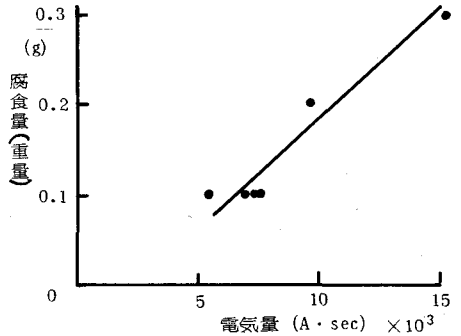


図-4 総電気量と腐食量

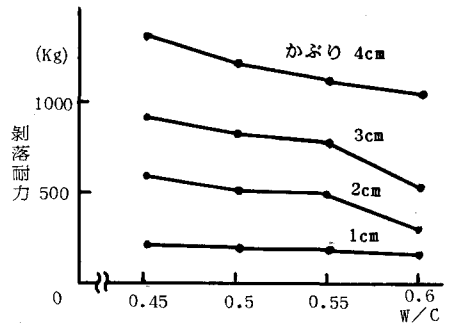


図-5 水セメント比と剝落耐力

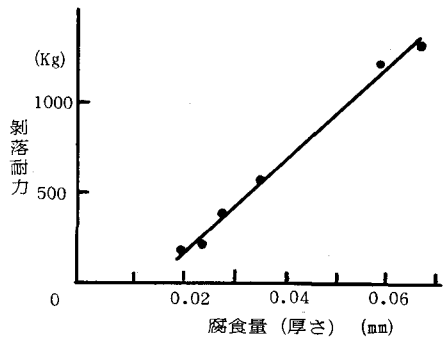


図-6 腐食量と剝落耐力

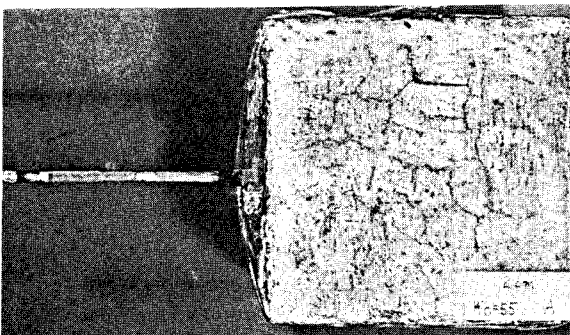


写真-1 腐食によるひびわれ