

足利工業大学 正会員 ○黒 井 登起雄

同上 ニッ森 茂 樹

同上 佐 藤 喜 悦

## 1. まえがき

鉄筋コンクリート部材に直流電流が流入すると、鉄筋が陰極となる部分では電気化学的に防食される状態になるけれども、電流密度が大きくなると鉄筋付近のセメントペーストが軟化し、鉄筋とセメントペーストとの結合力が低下すると言われている。しかし、セメントペーストの軟化に関する研究は極めて少なく、充分な解明がなされていない。本研究は、前報にひき続き、鉄筋の陰極電解によるセメントペーストの軟化現象を基礎的に解明するため、鉄筋周辺のセメントペースト中へのナトリウム、およびカリウムイオンの集積、水素イオン濃度の変化、および軟化による鉄筋との付着性状を明らかにする目的で、モデル供試体によって実験した結果を報告する。

## 2. 実験概要

**電解供試体** 供試体は内径105.3 mm、高さ120 mmの一般構造用炭素鋼鋼管 (JIS G 3444) にセメントペースト (普通ポルトランドセメント、 $W/C = 0.40$ 、 $0.45$ 、 $0.50$ ) 打ち込み、鉄筋を鋼管の中心高さ方向に埋設する形状とした (図2)。鉄筋は JIS G 3112 に準じて加工した、みがき異形軟棒鋼 ( $D = 16$  mm) で、フシの高さが  $h/D = 4.5\%$ 、および  $9.0\%$  の2種類を用いた (図1)。また、流入、および流出電流密度が同一となるような、 $4 \times 4 \times 4$  cmの角柱の両端面に鉄板を接着した供試体も作成した。

**電解試験、および試験項目** 電解試験は28日間標準養生後に、供試体を気乾状態の砂中に埋設して、鋼管を陽極に、鉄筋を陰極に数本接続し、 $0.02$ 、 $0.04$ 、および  $0.08$  Aの各々一定の直流電流 (直流安定化電源) で行なった。角柱供試体の電解は5、10、15、および30 Vの各々一定の直流電流で行なった。電解時間は0、168、336 および 672 時間とした。所定時間経過後に次に各試験を実施した。

(a) 付着強度試験: 日本コンクリート工学協会の試験に準ずる引きぬきによる付着強度試験を行なった。

(b) セメントペースト中のNa、およびKの定量分析: 鉄筋(陰極)から1、20、および40 mmの各位置のセメントペースト試料を採取し、原子吸光分析装置による炎光分析を行なった。角柱供試体の場合、陰極鉄板から2、4、6、および10 mmの各位置のセメントペーストを試料として採取した。

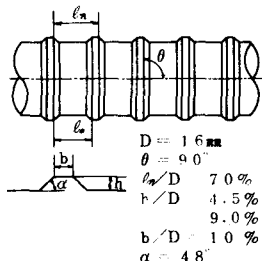


図1 みがき異形軟棒鋼の形状

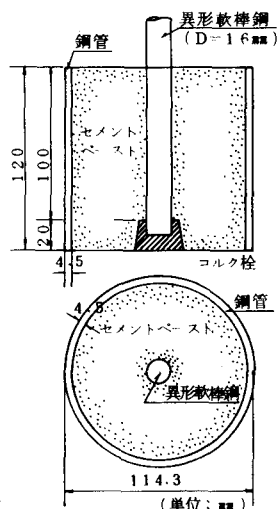


図2 供試体の形状、寸法

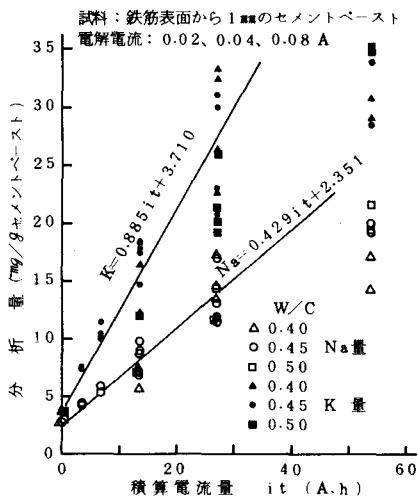


図3 分析量と積算電流量の関係

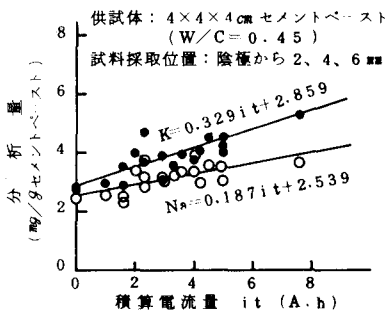


図4 分析量と積算電流量の関係

(c) セメントペーストの軟化状態、および範囲の測定：電解供試体を鉄筋を含む直径方向に割り、軟化深さを目視観察するとともに、ノギスで測定した。

(d) 水素イオン濃度の測定：セメントペーストの pH を

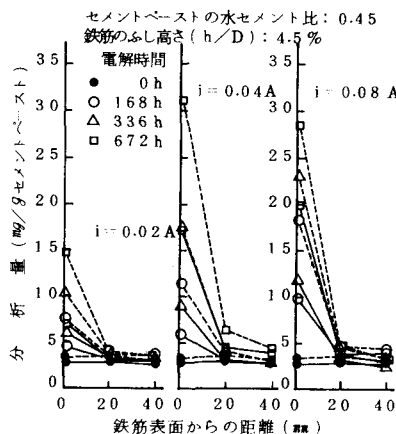


図 5 Na、および K 量の集積分布

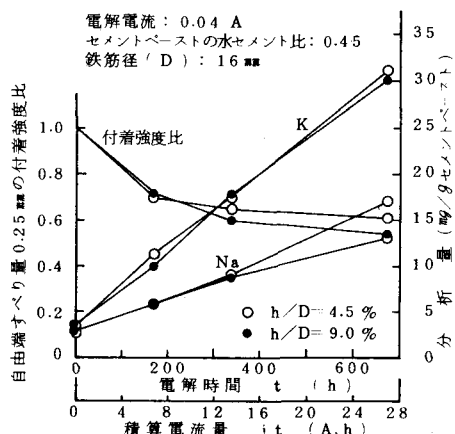


図 6 附着強度比、および分析量と電解時間の関係

### 3. 試験結果、および考察

#### 3.1 セメントペーストの軟化

図 3 は鉄筋周辺 1 mm の範囲のセメントペーストの Na、および K の分析量と積算電流量との関係を示したもので、分析量は積算電流量の増大に伴って増加し、30 A.h 程度まで、ほぼ比例関係にあることが認められる。図 4 は角柱供試体の 2、4、および 6 mm の各位置の Na、および K の分析量の平均と積算電流量との関係を示したもので、円柱供試体の場合と同様、陰極鉄板から 6 mm までのセメントペーストの Na、および K の分析量も積算電流量に比例することが認められる。しかし、積算電流量の小さい範囲の結果であるため、現在大きな積算電流量にわたる実験を実施中である。図 5 は Na、および K の分析量と鉄筋表面からの距離との関係、すなわち 集積分布の一例を示したもので、鉄筋周辺 20 mm の範囲内のセメントペーストに著しく集積することが認められる。また、電解による陰極周辺のセメントペーストの軟化範囲は電解電流、および時間等によって異なるが、平均軟化深さは 1.08 ~ 2.57 mm (最大軟化深さ 1.4 ~ 3.5 mm) にも達し、非常に大きい。

#### 3.2 鉄筋とセメントペーストとの附着強度

図 6 は自由端すべり量 0.25 mm における附着強度比 (電解開始時の附着強度を 1.0 とした)、および分析量と電解時間 (積算電流量) との関係の一例を示したもので、鉄筋表面から 1 mm のセメントペーストの Na、および K 分析量が積算電流量に比例して増加するのに対して、附着強度は電解電流、および時間とともに低下し、電解時間 672 時間で、健全なセメントペーストの附着強度に比して、30 ~ 50 % の低下が認められる。図 7 は Na の集積量と積算電流量が比例関係にある (電解の法則の適用) ことから附着強度比と鉄筋周辺のセメントペーストへの Na の集積量との関係で示したものである。K の集積量は Na の 1.76 倍程度 (電気化学当量は 1.70 倍) である。なお、セメントペーストの水素イオン濃度の測定は電解時間経過に伴う pH の測定を現在実験中である。

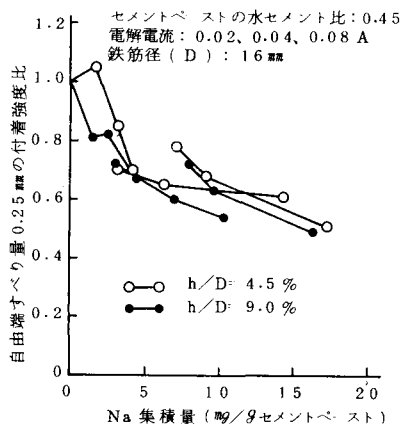


図 7 附着強度比と Na 集積量の関係

本研究の実施にあたり、東京都立大学村田二郎教授、ならびに本学化学研究室荻原俊夫助手に御助言、御協力を賜った。また、研究の一部は昭和 57 年度足利工業大学同窓会学内研究助成金によった。付記して、ここに謝意を表します。

参考文献、黒井、二ツ森：鉄筋の陰極電解によるセメントペーストの軟化に関する基礎研究、第 37 回年次講演、1982