

北海道大学工学部 正員 高田 宣之  
 北海道大学工学部 正員 佐伯 昇  
 北海道大学工学部 正員 藤田 嘉夫

1. まえがき 近年過酷な海洋環境にある鉄筋コンクリート構造物や、海砂を用いた鉄筋コンクリート構造物の鉄筋の腐食が、構造物の耐久性の面からも、また安全性の面からも社会問題化され、多くの研究者がこの問題に取り組み、調査、研究が進められ、報告されている。筆者らも昭和59年度より行っている一連の実験研究で、塩分を加えたモルタルおよびコンクリート中の鉄筋の腐食促進試験を行い、水セメント比、かぶり厚、ひびわれ幅、鉄筋応力等と腐食量との相関性について検討を行い、報告してきた。本研究はこれらの研究の一環として、混和材（シリカフューム）による鉄筋の防食効果について実験を行った結果について報告するものである。

2. 材料および供試体 普通ポルトランドセメント、瀧川海岸砂、静内川砂利を用い、細骨材率0.45で水セメント比は0.5である。使用したシリカフュームは  $\text{SiO}_2$  96.8%、単位容積重量  $310\text{kg}/\text{m}^3$  のもので、混入量はセメント重量に対し、0、5 および 10%の3種である。シリカフュームを混入したセメントの単位量は  $320\text{kg}/\text{m}^3$ 、砂利は  $1046\text{kg}/\text{m}^3$  のAEコンクリートで、空気量は5%とした。またシリカフュームを混入した供試体については、高性能減水剤を用いコンシステンシーの調整を行った。混入したNaCl量はセメント量（シリカフュームを含む量）の0、0.2、0.35、0.5および1.0%の5種である。供試体形状および寸法は図-1（a）に示すように断面が、 $7.4 \times 7.4\text{cm}$  で長さが30cmのコンクリートで、断面中央に両端にねじを切ったD13（かぶり3cm）の異形鉄筋を配したものである。鉄筋の表面は10% HCl溶液に10分間浸し、ナイロンブラシで磨き、水洗し、10% NaOH溶液に1分間浸したのち水洗をしてワイヤブラシで磨き、用いた全ての鉄筋表面が定常の状態になるようにした。

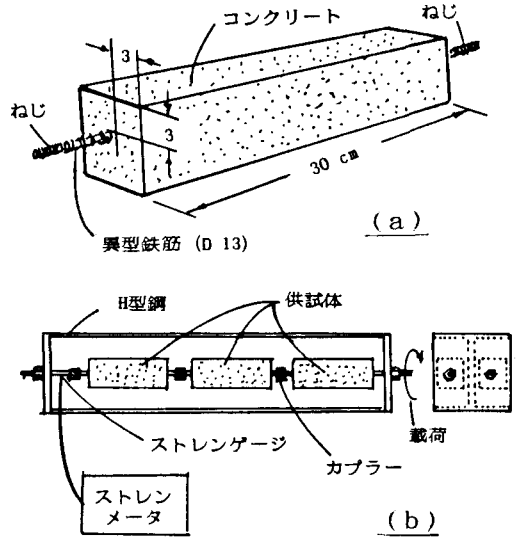


図-1 供試体および荷重方法

3. 実験方法 供試体打設1日後脱型し、コンクリート端面および、鉄筋の露出している部分をコーキング材により防水したのち、材令28日まで20°Cの水中養生を行った。鉄筋応力は0および2000  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  とし、図-1（b）に示すようにH型鋼にセットし、ねじを締めて加力した。発生したひびわれ

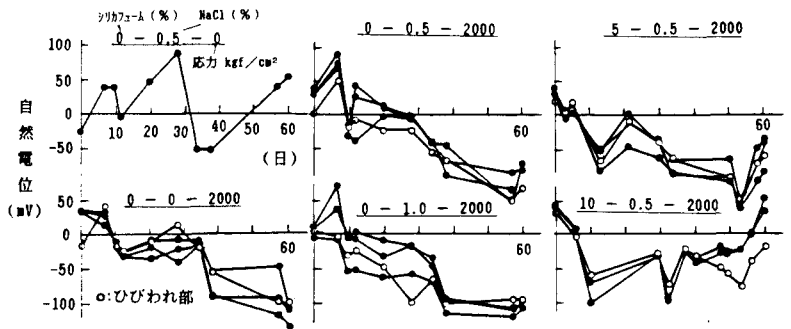


図-2 自然電位の経時変化

幅は測微鏡を用いて測定し、鉄筋応力 0 の供試体では 1ヶ所、2000 kg/cm<sup>2</sup> の供試体ではひびわれ部を含む 4ヶ所の自然電位を、飽和塩化銀電極を用いて測定したのち、これら供試体をH型フレームごと室温25°Cで湿度80~90%の実験室に60日間設置し、上記自然電位の測定を行った。以上60日間の腐食促進試験ののち、コンクリートを割裂し、鉄筋を取り出し、発生した腐食部分の面積を測定し、測定対象の中央部 20cm 部分の全面積に対する割合の腐食面積率で示した。

4. 実験結果および考察 図-2に混合したシリカフューム量、NaCl量および鉄筋応力を異にする各供試体の腐食促進試験中に測定した自然電位の推移を表すグラフの1例を示す。これらより、シリカフュームが 0%で NaClが0.5%の供試体では、鉄筋応力が 0 のものでは自然電位に変化はないが、鉄筋応力が2000kgf/cm<sup>2</sup>のものおよび塩分量が大きなものでは負の方向に推移する傾向を示している。またNaCl量が 0.5%で、鉄筋応力が2000 kgf/cm<sup>2</sup> の供試体では、シリカフューム量が 0, 5, 10%と増加するに従って、自然電位の変化も小さくおさえられていることがわかる。 図-3は混入したNaCl量の増加に伴う腐食面積率の変化を、混入シリカフューム量 0, 5 および10%の供試体についてプロットしたものである。これらより明らかにシリカフュームの混入によって発錆がおさえられていることがわかり、シリカフュームが 5%および10%のものでは、ひびわれがない供試体では全く発錆が認められず、ひびわれがある供試体においてもひびわれ部にのみ発錆し、近傍への拡がりは認められなかった。 図-4は本実験の全供試体を対象に、混合した NaCl量に対して、腐食面積率が0.5%を越える供試体が出る確率について描いたグラフであり、本実験においては NaCl量が 0.5% の供試体で 8%、NaCl 1.0%の供試体で25%の値となっている。 図-5は混入したシリカフューム量に対して、上述と同様にして確率を求めたもので、混入なしの供試体で腐食確率は15%で、これに対し 5%混入供試体ではほぼ10%の確率であり、10%混入では 0%の確率を得ており、シリカフュームの防食に対する有効性が認められた。

5. まとめ 本実験において、鉄筋の腐食は混入した塩分量との相関性は過去一連の実験結果と同様に高いことが認められ、混和材として混入したシリカフュームはコンクリートに高い水密性を与え、また鉄筋周りも緻密になり鉄筋の腐食の発生、進行をおさえることがわかった。

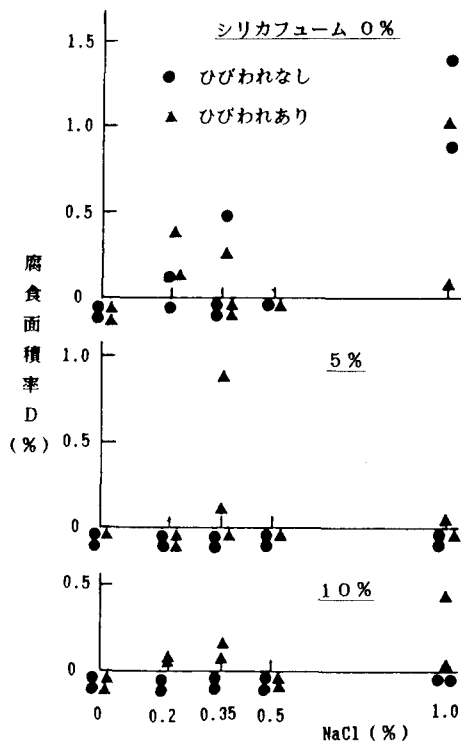


図-3 混入塩分量と腐食面積率

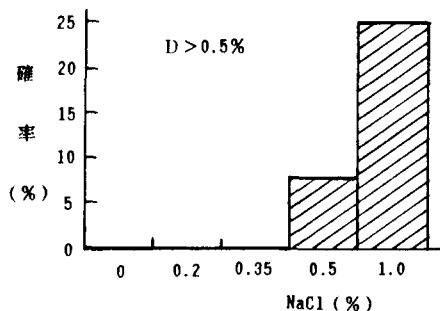


図-4 塩分量と腐食確率

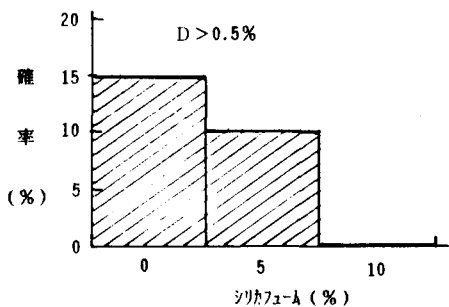


図-5 シリカフューム量と腐食確率