

# コンクリート表面への樹脂ライニングによる耐久性の向上

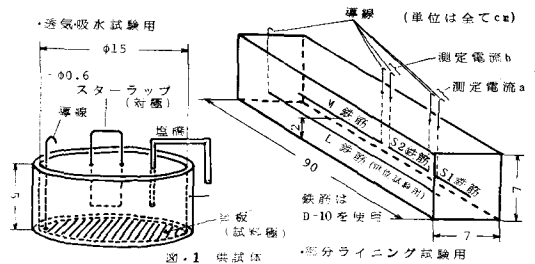
京都大学 正員 岡田 清 正員 小林和夫 正員 宮川豊章  
楠 基 学生員・久米生泰

1. はじめに：コンクリート構造物は、本来きわめて耐久性に優れ、コンクリート中の鋼材もアルカリ性雰囲気によって表面に不動態被膜を形成し、腐食しない。しかし、コンクリート中に多量の $\text{Cl}^-$ が含まれると、不動態被膜が破られて鋼材が腐食する。現在、これらの補修対策として、ひびわれ部への樹脂などの注入、かぶりの増厚、樹脂ライニングなどが行なわれている。この中で、新設コンクリート構造物の防食方法としても最近注目されているコンクリート表面への樹脂ライニングについては、現在その要求が高まっているにもかかわらず、体系立った研究が行なわれていない。そこで本研究では、樹脂ライニングをコンクリート構造物に適用するための基礎的資料を得るために、①ライニング層の気密、遮水効果、②部分ライニングの効果を検討した。

2. 実験概要：実験としては次の2種を行なった。

①供試体内部の鋼板の限界電流を測定することにより酸素拡散定数を求める透気試験、透気試験用供試体の試験前後の重量変化より吸水量を求める吸水試験。

②供試体中の鉄筋の自然電位、分極抵抗、鉄筋間のマクロセル腐食電流を測定することにより部分ライニングによる防食効果を検討する部分ライニング試験。



図・1 供試体

表・1 供試体一覧表  
透気吸水試験用

| コンクリート<br>ライニング | 水道水練りの<br>コンクリート |      | 人工海水練りの<br>コンクリート |      |
|-----------------|------------------|------|-------------------|------|
| 無し              | A0-1             | A0-2 | B0-1              | B0-2 |
| プレーン            | A1-1             | A1-2 | B1-1              | B1-2 |
| クロス             | A2-1             | A2-2 | B2-1              | B2-2 |
| フレーク            | A3-1             | A3-2 | B3-1              | B3-2 |

部分ライニング試験用

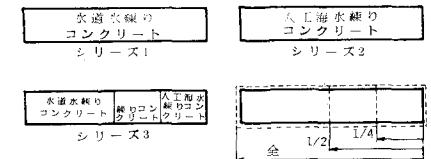
| シリーズ | 1                  | 2                  | 3                  |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 無し   | S1, 0-1<br>S1, 0-2 | S2, 0-1<br>S2, 0-2 | S3, 0-1<br>S3, 0-2 |
| 1/4  | —                  | —                  | —                  |
| 1/2  | S11/2-1<br>S11/2-2 | S21/2-1<br>S21/2-2 | S31/2-1<br>S31/2-2 |
| 全    | S1全-1<br>S1全-2     | S2全-1<br>S2全-2     | S3全-1<br>S3全-2     |

要因としては次の3種を取りあげた。

①練り混ぜ水 i) 水道水、ii) 人工海水、iii) コンクリート中の塩分量に換算して $0.5 \text{ kg/m}^3$ の $\text{Cl}^-$ を含む食塩水の3種を用いた。透気、吸水試験には

i) と ii)、部分ライニング試験には i), ii), iii) の練り混ぜ水を用いたコンクリートをそれぞれ用いた。

②ライニングの種類 i) エポキシ樹脂のみ（プレーンライニング）、ii) エポキシ樹脂＋ガラスクロス（クロスライニング）、iii) エポキシ樹脂＋ガラスフレーク（フレークライニング）の3種を用いた。透気、吸水試験には、i), ii), iii) を用い、部分ライニング試験には i) のみを用いた。なお、各ライニングと上塗りとしてアクリルウレタンを用いた。ライニング厚、樹脂使用量は「コンクリート塗装の設計・施工・品質基準(案) 同解説」のC種に基づくものとした。



図・2 部分ライニング試験供試体  
コンクリート種類とライニング範囲

④ライニング範囲 部分ライニング試験におけるライニング範囲を図2に示す。

透気、吸水試験は供試体を水道水に浸漬させ、水中の酸素濃度が一定となるようにエアポンプで空気を送りこんだ。部分ライニング試験は供試体を鉄筋位置まで人工海水に浸漬させた。

### 3. 結果と考察

#### ①透気、吸水試験

木内の報告を参考にして飽和塩化銀電極基準 -860 mV で拡散律速反応が起きていると考え、酸素拡散定数を求めたものが

表2である。本実験で用いた程度の厚みを持つ3種のライニングは、酸素および水の侵入を抑制する効果はあるものの、確実な効果を得るにはさらに厚みを増すことが好ましいようである。表2よりコンクリート中のCl<sup>-</sup>による気密性、遮水性への影響は少ないことがわかる。また、今回用いた程度の厚みを持つフレークライニングは、遮水性において他のライニングより劣った結果を得ている。

#### ②部分ライニング試験

浸漬前と浸漬28日後の分極抵抗値を表3に、マクロセル腐食電流についてはそのピーク値と定常値を表4に示す。さらに、浸漬28日後の自然電位を図3に示す。表面全体にライニングした場合には、分極抵抗は大きく、マクロセル腐食電流は小さくなっており、防食効果が認められる。これに対して、表面の1/4あるいは1/2にライニングした場合、Cl<sup>-</sup>を含む部分を全てライニングした供試体(S3.1/4-1,2)は、分極抵抗が大きく、マクロセル腐食電流は小さくなり防食効果が認められるが、それ以外の供試体は、ライニングしなかった供試体と比べて、

ライニング部分でCl<sup>-</sup>を含む箇所の腐食が抑制されないばかりか、非ライニング部の腐食を促進させる現象が見られた。また自然電位についても同様の現象が見られた。したがって、防食効果を得るには、少なくともCl<sup>-</sup>を含むコンクリート全てをライニングする必要があることが明らかとなった。

(\*)木内芳夫、土木学会第38回年次学術講演会講演概要集第5部 D-134 1983.9.

表・2 酸素拡散定数と吸水率

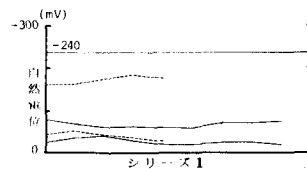
| ライニング                                         | 無し    |       | ブレン   |       | クロス   |      | フレーク |       |
|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 練り混ぜ水                                         | 水道水   | 人工海水  | 水道水   | 人工海水  | 水道水   | 人工海水 | 水道水  | 人工海水  |
| 定常電流 (μA)                                     | 17.75 | 15.75 | 16.50 | 41.00 | 80.00 | 8.20 | 1.45 | 28.50 |
| 酸素拡散定数 (cm <sup>2</sup> /s) ×10 <sup>-6</sup> | 5.21  | 4.62  | 4.83  | 12.02 | 23.46 | 2.40 | 0.42 | 8.35  |
| 吸水率 (単位面積当りの吸水量)                              | 7.08  | 5.66  | 1.13  | 2.26  | 1.13  | 0.85 | 2.83 | 3.96  |
|                                               | 6.37  |       | 1.51  |       | 0.99  |      | 3.40 |       |

表・3 分極抵抗の変化

| 供試体        | 浸漬前 (kΩ) |    |      | 28日後 (kΩ) |      |      |
|------------|----------|----|------|-----------|------|------|
|            | S1       | S2 | M    | S1        | S2   | M    |
| S1.0-1,2   | 2.17     | —  | 1.04 | 0.87      | —    | 0.41 |
| S1.1/2-1,2 | 1.60     | —  | 0.90 | 1.68      | —    | 0.33 |
| S1.全-1,2   | 1.36     | —  | 0.91 | 1.78      | —    | 0.99 |
| S2.0-1,2   | 0.88     | —  | 0.47 | 0.45      | —    | 0.24 |
| S2.1/2-1,2 | 0.71     | —  | 0.43 | 0.88      | —    | 0.26 |
| S2.全-1,2   | 0.83     | —  | 0.43 | 0.94      | —    | 0.52 |
| S3.0-1,2   | 1.37     | —  | 1.52 | 0.36      | —    | 0.51 |
| S3.1/4-1,2 | 1.50     | —  | 1.58 | 1.44      | 0.91 | 0.41 |
| S3.1/2-1,2 | 2.06     | —  | 1.39 | 2.07      | 1.36 | 0.58 |
| S3.全-1,2   | 1.47     | —  | 1.27 | 1.49      | 1.42 | 1.32 |

表・4 マクロセル腐食電流

| 供試体 (μA)   | ピーク値 |      | 定常値  |      |
|------------|------|------|------|------|
|            | a    | b    | a    | b    |
|            | 1.00 | 0.74 | 0.09 | 0.09 |
| S1.0-1,2   | 14.0 | 4.80 | 4.90 | 1.10 |
| S1.1/2-1,2 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.03 |
| S1.全-1,2   | 10.7 | 9.30 | 3.20 | 6.80 |
| S2.0-1,2   | 7.00 | 3.40 | 3.80 | 2.20 |
| S2.1/2-1,2 | 0.90 | 0.90 | 0.80 | 0.35 |
| S2.全-1,2   | 20.0 | 26.0 | 15.5 | 17.5 |
| S3.1/4-1,2 | 27.2 | 3.65 | 22.8 | 2.20 |
| S3.1/2-1,2 | 0.85 | 0.77 | 0.20 | 0.50 |
| S3.全-1,2   | 0.86 | 0.60 | 0.53 | 0.34 |



図・3 自然電位

