

電気防食工法陽極材料としての炭素繊維シート含浸用樹脂の研究

ユニシ（株） 大阪研究所 正会員 ○若原 直樹
 ユニシ（株） 大阪研究所 伊藤 秀治
 日石三菱（株） 中央研究所 小澤 一宏
 京都大学 フェロー会員 宮川 豊章

1. はじめに

近年、塩害によるコンクリート構造物の劣化が問題となっており、その対策に様々な工法が検討されている。なかでも恒久的補修方法として電気防食工法が着目されており、不溶電極としてチタンメッシュを用いた外部電源による電気防食工法が一般によく知られているが、あくまでも電気防食を主目的とした工法であり、劣化した構造物の補強に関しては考慮されていなかった。今回、従来より補強に用いられている炭素繊維シート（以下C F S）の導電性に着目し、陽極材料として用いることで電気防食と補強の両面を兼ね備えた工法について検討を行った。本報では、C F Sの補強材としての性能を損なうことなく、電気防食に必要な導電性のあるC F S用含浸樹脂の開発について報告する。

2. 試験の概要

2. 1 導電性含浸樹脂の配合

導電性含浸樹脂はベースとなる樹脂に導電性付与材を添加する手法で検討した。ベース樹脂はC F Sへの含浸性、機械的強度、付着強度、耐久性を考慮し、低粘度のエポキシ樹脂を用い、また、導電性付与材としてはC F Sと同質であるカーボンブラック（以下C B）を用いコンクリート（標準状態）と同等の体積抵抗率（ $10^2 \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ オーダー）を目標とした。試験要因を表2に示す。

2. 2 導電性の評価

導電性は樹脂硬化物単体および表1に示すC F Sに含浸させたもの（以下CFRP）について評価を行った。評価方法は各材料を $130 \times 20 \times 1\text{mm}$ の大きさに成形し、 20°C 雰囲気下にて7日間養生した後、デジタ絶縁抵抗計2426A型（横河インスツルメンツ製）を用いて、25 Vの電圧にて図1のようにして体積抵抗率を測定した。

2. 3 機械的強度の評価

機械的強度の評価は、樹脂単独の硬化物に関しては圧縮強さおよび曲げ強さについてJ I Sに規定されている方法に準拠して試験体を作成し、 20°C 雰囲気下にて7日間養生した後、評価を行った。また、CFRPについては、引張強さについてJ I Sに規定されている方法に準拠して試験体を作成し、 20°C 雰囲気下にて7日間養生した後に、評価を行った。

表1 炭素繊維シートの仕様

編み込み	一方向
目付け量	200g/m ²
厚さ	0.111mm
引張強さ	3,430N/mm ²
引張弾性率	230kN/mm ²

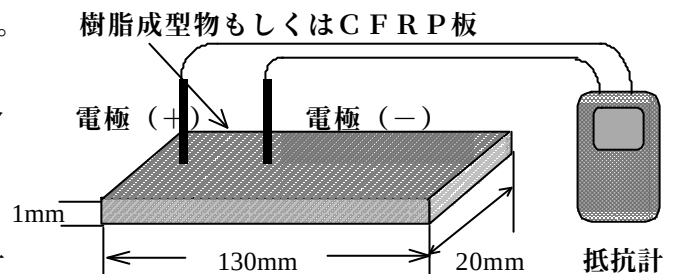


図1 体積抵抗率測定方法

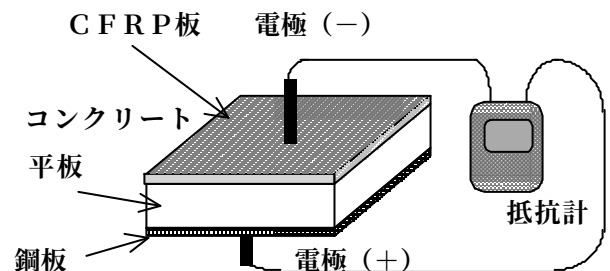


図2 コンクリート平板での抵抗値測定方法

キーワード：炭素繊維シート、電気防食、導電性樹脂

連絡先：〒538-0053 大阪府大阪市鶴見区鶴見4丁目7-9 TEL；06-6939-1475 FAX；06-6939-4570

2. 4 コンクリート供試体における導電性および付着強さの評価

JIS A 5304に規定されたコンクリート平板 (300 × 300 × 60mm)の表面をサディング処理した後、表2に示す導電性含浸樹脂を用いてCFRPSを施工し、20℃雰囲気下にて7日間養生した後、図2に示す手法で抵抗値を測定し導電性の評価を行った。また、同様にして作成した試験体にて建研式引張試験器を用い接着強さの測定を行った。

3. 試験結果および考察

検討した導電性含浸樹脂および炭素繊維シートに含浸したCFRP板の試験結果を表2に示す。

表2 導電性含樹脂の試験結果

カーボンブラックの含有量 %	0.0	3.3	6.6	8.0	10	標準コンクリート平板
体積抵抗率 $\Omega \cdot \text{cm}$	∞	2.0×10^6	2.0×10^4	5.2×10^3	2.4×10^2	3.5×10^3
CFRPの体積抵抗率 $\Omega \cdot \text{cm}$	∞	9.8×10^5	2.0×10^3	7.3×10^2	4.1×10^1	
コンクリート平板での抵抗値 Ω	∞	1.5×10^6	6.7×10^3	4.4×10^3	1.6×10^2	
圧縮強さ N/mm^2	75.0	73.0	69.4	76.9	67.3	
引張強さ N/mm^2	39.4	39.7	38.0	31.5	30.2	
CFRPの引張強さ N/mm^2	4150	4090	4050	3950	3880	
付着強さ N/mm^2	3.40 *	4.06 *	4.03 *	3.26 *	3.97 *	

*：コンクリート母材破壊

3. 1 導電性 (図3)

当面の目標値として設定しているコンクリートの体積抵抗率 ($10^3 \Omega \cdot \text{cm}$) をクリアするためには、樹脂単独の場合8%程度、CFRPにした場合6.6%程度のCB添加量が必要である事がわかった。

また、コンクリート平板に施工した場合の抵抗値は樹脂の体積抵抗率に比例する傾向が見られた。

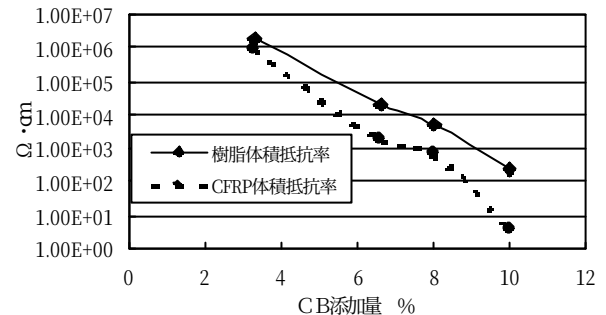


図3 CB添加量と体積抵抗率

3. 2 機械的強度 (図4、5)

圧縮、引張強さともにCBの添加量の増加に伴い低下する傾向が見られた。また、CFRPの引張強さにおいてもCBの添加量が増加するに伴い、物性が低下する傾向が見られた。しかし、CFRPの補強に要求される物性はクリアしている。

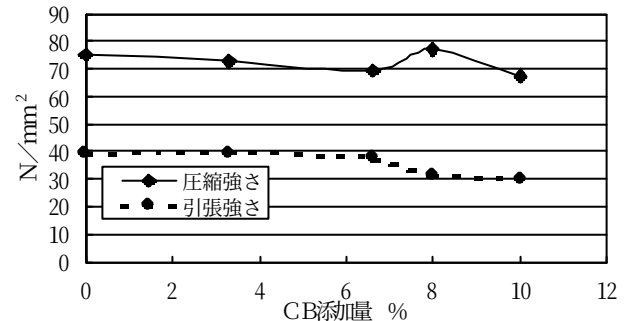


図4 CB添加量と樹脂強度

3. 3 付着強さに関して

CB添加の有無、添加量による変化は見られずいずれもコンクリート母材破壊を示した。

4. まとめ

以上のことから、エポキシ樹脂に対しCBを添加することにより目標の導電性が得られた。またCFRP補強材としての物性、付着強さに関してもクリアできたことから今後はこれらの樹脂を用いた補強効果、電気防食の陽極材としての性能、特に耐久性に関して評価を行う。また、CB添加量の増加に伴い樹脂の粘度も増加し、作業性が悪くなる傾向が見られることから、この点については対策が必要と考える。

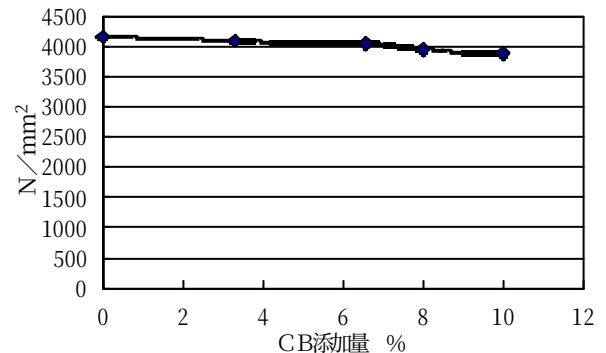


図5 CB添加量とCFRP引張強さ

謝辞：本研究は、京都大学、東洋建設（株）、日石三菱（株）住友大阪セメント（株）、コニシ（株）の共同研究の一部であり、実験に際して多大なご協力並びにご助言を戴いたことに感謝の意を表します。

（参考文献）1)日本コンクリート工学協会 コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告 1996.10