

平成 18 年 4 月 21 日

各 位

会 社 名 株式会社エムビーエス  
代表者名 代表取締役社長 山本 貴士  
(Q-Board・コード：1401)  
問合せ先 管理部長 徳永 昌裕  
電話番号 0836-37-6585

「高耐久防災コーティングシステム」に関する共同研究の報告について

当社は、平成 17 年 10 月 13 日に開催しました「高耐久防災コーティングシステム」に関する共同研究について、この度、耐震性能の向上が確認されました。

つきましては、共同研究委託先である徳山工業高等専門学校の田村隆弘助教授から研究成果の報告を受けましたので、別添のとおりお知らせ致します。

尚、本件の成果によって、今期（平成 18 年 5 月期）の当社業績に与える影響はなく、平成 17 年 7 月 15 日に発表しております通期業績予想の通りであります。

新光産業・m b s・徳山高専共同研究  
「高耐久防災コーティングシステム」の開発について

平成18年3月30日  
徳山工業高等専門学校 土木建築工学科 田村隆弘

## 1. はじめに

2005年10月に「高耐久防災コーティングシステム」についての共同研究をスタートさせた。ここまでの試験の目的は、主として開発しようとする「高性能コーティングシート（以下、高性能シート）」の基本的性能とこれの性能を段階的に変化させてコンクリート部材に添付した場合の耐荷性能を把握することにある。ここでは、これまでに行った試験の結果について報告する。

## 2. 開発しようとする「高耐久防災コーティングシステム」について

高耐久防災コーティングシステムの概要について以下に示す。

- 1) 開発しようとする新素材応用技術は、鋼材の約5倍の強度を有するガラス繊維を通常より少し長めの短繊維としてランダムに配置したガラス繊維シートを、伸展性に富み（コンクリートのひび割れに追従しやすい）耐候性、耐久性の極めて優れた特殊塗料に含浸させ「高性能シート」として構造物に塗布（コーティング）するものである。
- 2) 既に本技術は、株式会社MBSより「ホームメイキャップ」のカラーコーティング技術として建築物の耐久性を大幅に改善する効果が評価されている。
- 3) これまでの本技術の材料開発の過程に於いて、ガラス繊維や特殊塗料（デカデックス）の物性については把握されており保証されている。
- 4) 但し、ガラス繊維が連続していないために、コンクリート部材の単純な曲げや引張りに対する耐力の向上については、シート層を復層にする等の改善がどの程度効果があるか確認の必要がある。
- 5) ガラス短繊維の配置がランダムであるため、複雑な力が作用する場合（例えば、せん断やねじりを受ける場合）には、最大耐力が向上する可能性があるかと予想される。

## 3. 試験結果の報告

### 3.1 高性能シートの特性試験（直接引張試験）

(1) 目的 ガラス繊維混入デカデックスの引張強度特性を把握する。

(2) 試験方法

- 1) 直接引張試験による。
- 2) 高性能コーティングシートの性能レベル  
レベル1～レベル5（25mm幅、35mm幅）
- 3) 試験片（図1参照）各3体 合計24体
- 4) 測定内容
  - a) 引張強度
  - b) のび

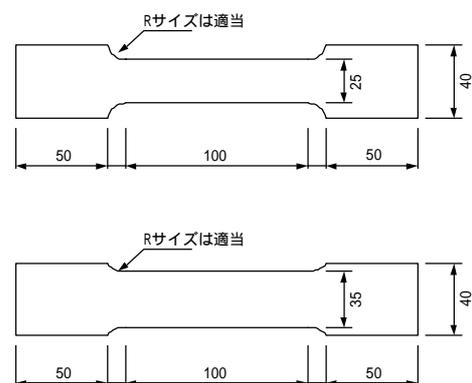


図1 引張試験片



写真1 引張試験（測定中）



写真2 引張試験（試験終了）

(3) 引張試験結果

表1 高性能シートの強度と伸び率

供試体番号	断面積 A mm <sup>2</sup>	最大荷重 N	引張強度 N/mm <sup>2</sup>	強度平均 N/mm <sup>2</sup>	伸び率 平均%
H-S1-1	24.1	122.5	5.1	6.7	85
3	23.1	127.4	5.5		
6	25.7	245.0	9.5		
H-S2-1	34.4	392.0	11.4	11.1	71
3	29.6	318.5	10.8		
H-S3-1	29.9	411.6	13.8	12.0	95
6	50.6	514.5	10.2		
H-S5-1	51.6	671.3	13.0	11.8	84
3	54.4	632.1	11.6		
5	80.3	869.8	10.8		
H-SC5-3	55.7	798.7	14.3	14.3	90

(4) 引張試験結果 荷重 - ひずみ関係

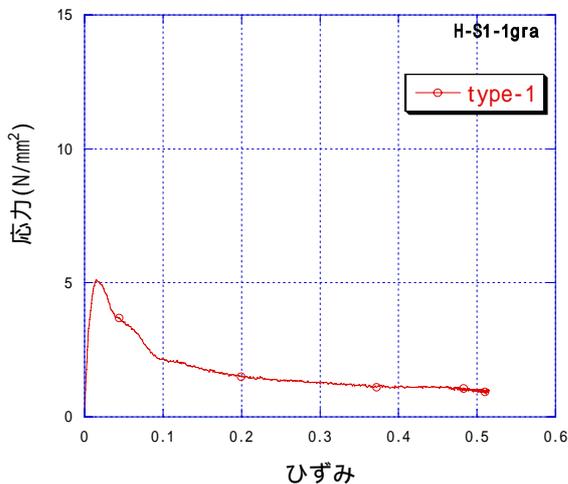


図2 応力 - ひずみ関係（レベル1）

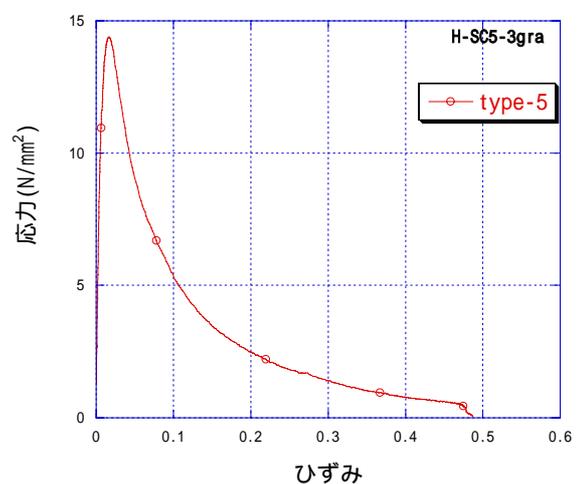


図3 応力 - ひずみ関係（レベル5）

(5) 考察

高性能シートの引張強度は、精度の高い供試体製作が困難であるために、その試験結果にはばらつきがある。しかしながら、ガラス繊維シートを重ねることにより半ば比例的にその強度が上昇し、ガラス繊維シート5層では、ガラス繊維シート1層に比較して、平均して2.1倍の強度差が現れた。このことは、1) ガラスシートの層数によって補強効果をコントロールすることができる。2) 部材寸法によって、ガラスシートの層数を変えることにより、一定の補強効果を得ることができるといったことに繋がる事を示している。

3.2 モルタル・無筋コンクリート曲げ試験

(1) 目的

- 1) モルタルおよび無筋コンクリートでの曲げ耐荷性能の改善能力の確認
- 2) 靱性性能の確認

(2) 実験条件

- 1) 全面コーティング
- 2) 比較のためコーティングのない供試体

\* 性能レベル等は以下の表による

表2 モルタル・コンクリートの曲げ試験実験条件 (各3体 合計39体)

種類	寸法	性能レベル				
		シートナシ	1	3	5	7
モルタル	150 × 530 × 15(mm)					-
モルタル	150 × 530 × 30(mm)					-
コンクリート	150 × 530 × 150(mm)					

(3) 試験方法

試験方法は、図に示す4点曲げ試験による。

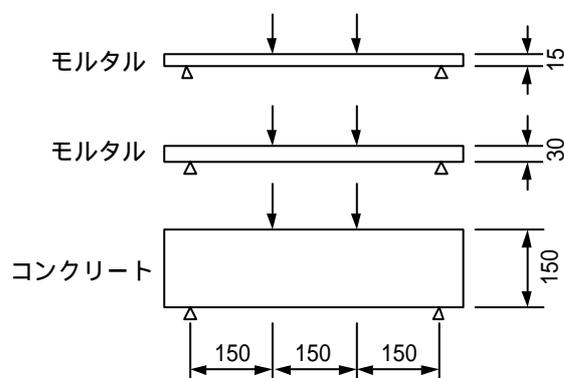


図4 モルタル・無筋コンクリートの曲げ試験

写真3 曲げ供試体

(4) 試験結果 モルタル板曲げ試験 破壊状況

モルタル板曲げ試験の様子を写真4, 写真5に示す。



写真4 モルタル（シート無）



写真5 モルタル（シート有）

(5) 試験結果 モルタル板の曲げ試験 荷重 - 変位

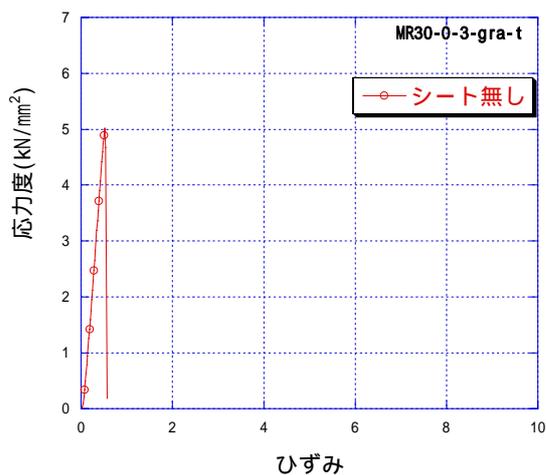


図5 応力 - ひずみ関係（シート無）

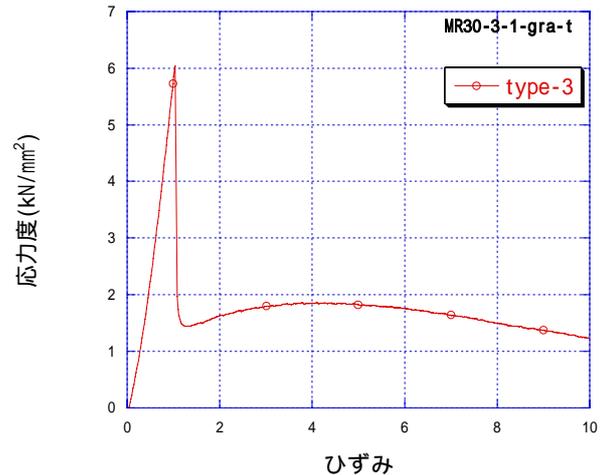


図6 応力 - ひずみ関係（レベル3）

(6) 考察

無筋コンクリートの曲げ試験により、高性能シートの曲げに対する抵抗力が確認出来た。シートをコーティングすることで、亀裂発生後の破壊が延性的になるが、最大荷重の増加率は、破壊が局所的であるため、コーティングのないものに比較して、ガラス繊維3層で20%程度であった。

3.3 曲げ耐力せん断耐力試験

(1) 目的

- 1) 梁部材における耐荷性能の確認
- 2) 靱性性能の確認
- 3) 梁部材におけるせん断破壊抵抗性能の確認

(2) 試験条件

試験条件並びに最大荷重を以下の表に示す。

表3 試験条件及び最大荷重

供試体番号	性能レベル	載荷幅(mm)	せん断スパン比	最大荷重(KN)	破壊モード
MS-0-3	シート無	100	4.52	80.0	せん断
MS-1-1	レベル1	100	4.52	80.0	せん断
MS-3-4	レベル3	100	4.52	95.4	曲げ
MS-5-4	レベル5	100	4.52	96.8	曲げ
MS-0-2	シート無	680	3.14	90.0	せん断
MS-1-4	レベル1	680	3.14	106.9	せん断
MS-3-1	レベル3	680	3.14	117.9	曲げ
MS-5-3	レベル5	680	3.14	108.8	せん断
MS-0-1	シート無	380	3.86	88.6	せん断
MS-1-2	レベル1	380	3.86	97.7	せん断
MS-3-3	レベル3	380	3.86	102.3	せん断
MS-5-1	レベル5	380	3.86	102.3	せん断

(3) 断面形状及び配筋

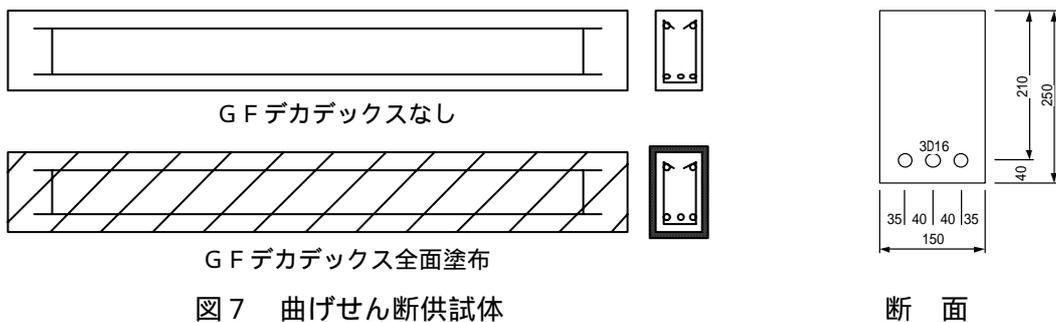


図7 曲げせん断供試体

断面

(4) 曲げせん断載荷実験 実験結果 荷重 - たわみ曲線

1) せん断スパン比  $a/d=4.32$

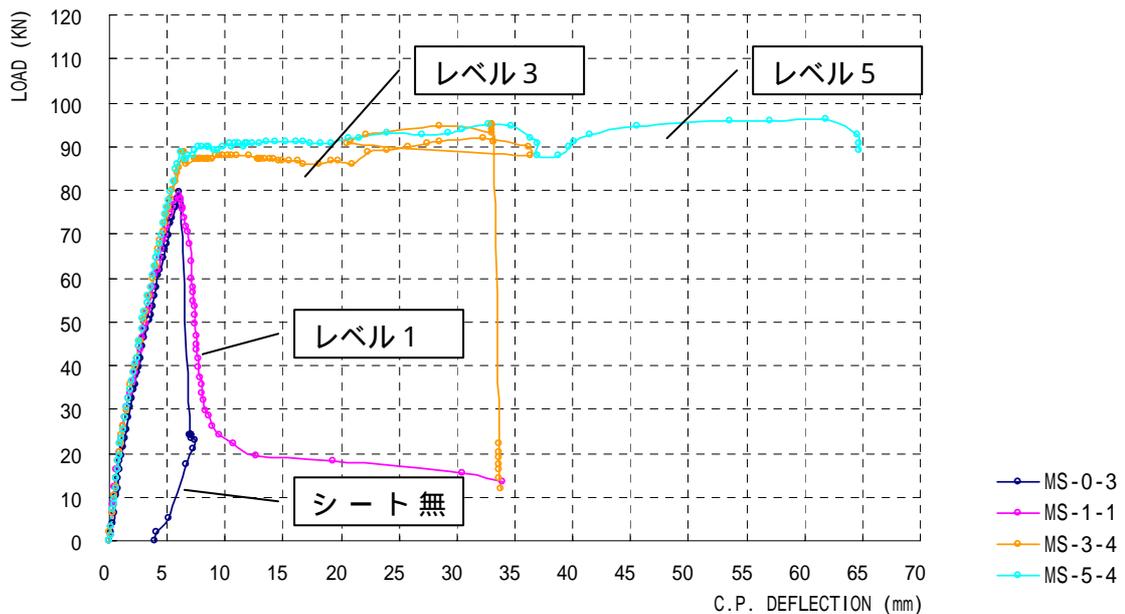


図8 荷重 - スパン中央たわみ ( $a/d=4.32$ )

2) せん断スパン比  $a/d=3.86$  とせん断スパン比  $a/d=3.15$  は省略。

(5) 曲げせん断载荷実験 実験結果 破壊状況 (一例)

1) せん断スパン比  $a/d=4.32$

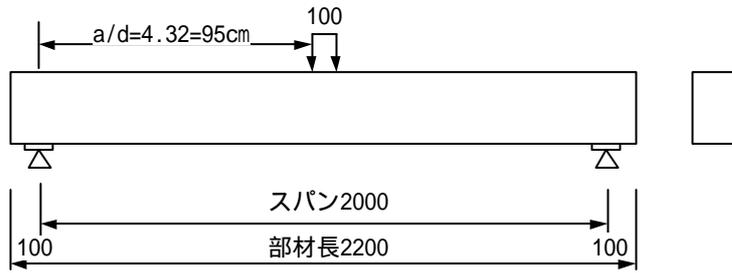


図9 载荷試験



写真6 シート無し



写真7 レベル1



写真8 レベル3



写真9 レベル5

2) せん断スパン比  $a/d=3.86$ 、およびせん断スパン比  $a/d=3.15$  については、省略。

(5) 考察

曲げせん断試験では、高性能シートの性能レベルを上げるに従って、せん断耐力が上昇し、せん断スパン比によっては、せん断破壊から曲げ破壊に移行させる効果が確認された (写真9)。

### 3.4 短柱圧縮試験

(1) 目的 圧縮を受ける柱部材の横拘束による耐力向上性能の確認

(2) 実験条件

部分コーティング 全面コーティング 比較のための供試体

コーティング性能レベル(レベル1、レベル3、レベル5) 試験体各3体 合計21体

断面は、直径10cm×高さ20cm

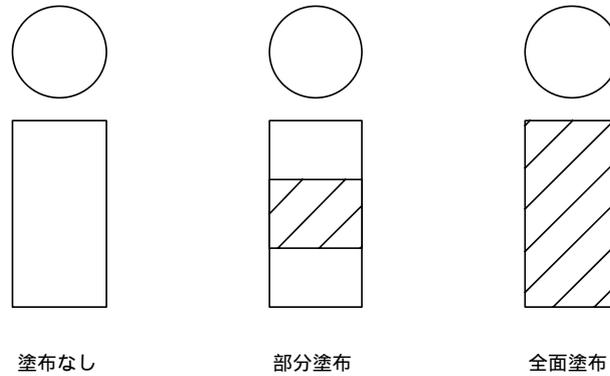


図10 円柱圧縮試験イメージ

(3) 実験状況



写真10 圧縮試験状況



写真11 圧縮試験状況(部分コーティング)

(4) 実験結果 応力 - ひずみ関係

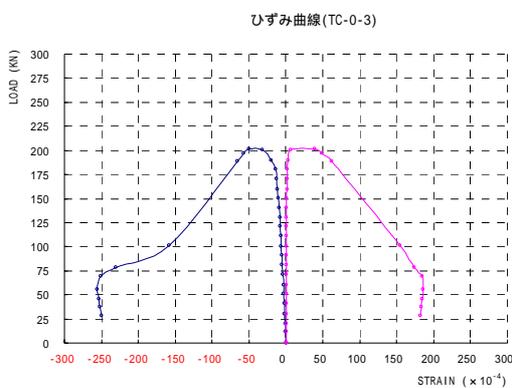


図11 シート無し

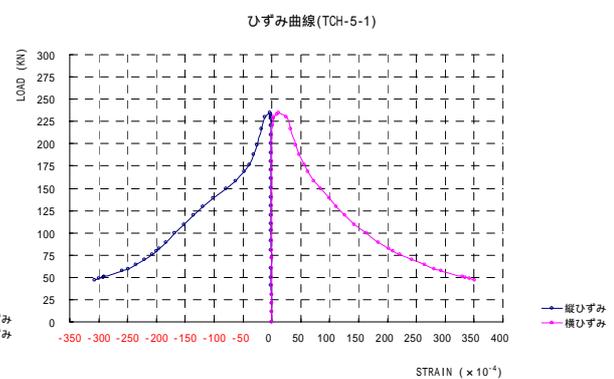


図12 性能レベル5

(5) 考察

高性能シートを巻きたてることによる最大耐力の向上は顕著でなかった。しかし、最大荷重後、コンクリートの剥離をシートが拘束することは確認された(図14)。

3.5 ねじり試験

(1) 目的

1) ねじりを受ける鉄筋コンクリート部材への高性能シートのねじり耐力への効果を確認する。

(2) 実験条件

1) コーティング性能レベル(レベル1、レベル3、レベル5の3種類)

2) 比較のためにシートを張らない供試体(1体)

(3) 実験供試体

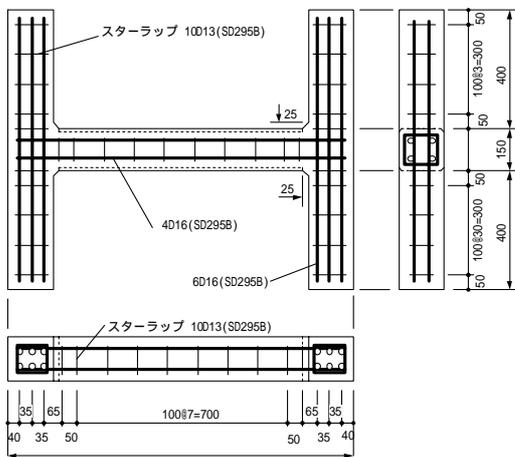


図13 ねじり供試体配筋図

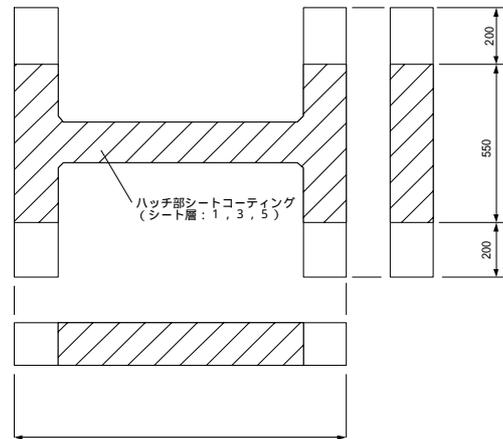


図14 シートの添付状況

(4) 実験結果



写真12 ねじり試験(シート無し)



写真13 ねじり試験(性能レベル5)

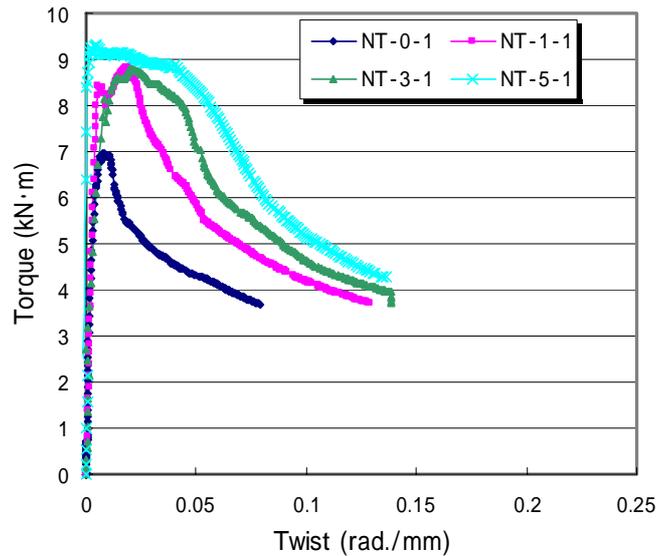


図15 ねじり試験（荷重 - 載荷点変位）

(5) 考察

写真12、13に見られるように、性能レベル5でシートを添付した供試体では、内部でコンクリートが碎ける状態になるが、コンクリートが剥離することはなかった。

また、性能レベルを上げるに従い、最大荷重並びに最大荷重後の靱性性能が向上する事が確認された。

3.6 鉄筋腐食試験

(1) 目的

(2) 実験条件

- 1) コーティング性能レベル（レベル1、レベル3、レベル5）
- 2) シート無し、3面コーティング、4面（全面）コーティング

(3) 実験状況

(4) 実験結果



写真14 腐食試験（シート無し）



写真15（4面コーティング 性能レベル5）

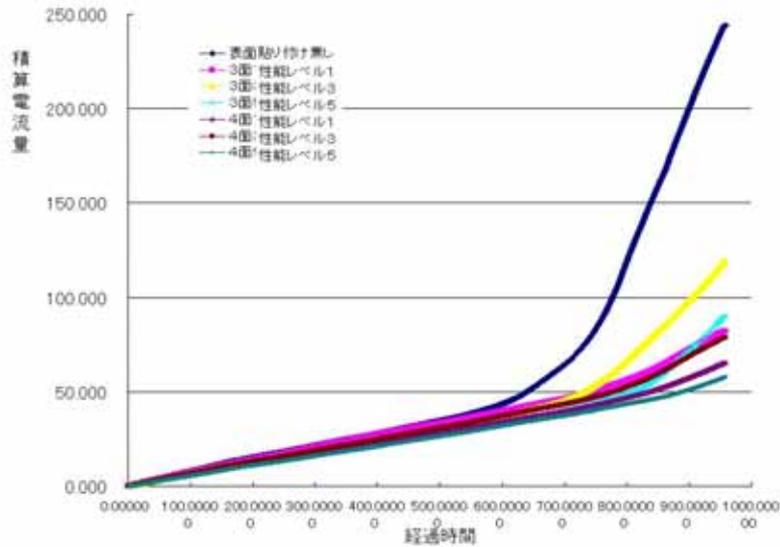


図 1 6 腐食試験（積算電流量）

#### ( 5 ) 考察

写真 1 4 , 1 5 に見られるように 4 面張ることにより、ひび割れの進行を抑えることが確認できた。また、図 1 6 の積算電流量に示すように、性能レベルを上げるに従い、積算電流量が抑えられ、腐食の進行を抑えている。より性能レベルの高い高性能シートを添付することにより、鉄筋コンクリート部材の高耐久性が図られることが示された。

#### 4 . 研究成果全般のまとめ

高性能シートを鉄筋コンクリート部材にコーティングした一連の実験で、本シートの部材耐力に与える効果が明らかになってきた。特に、曲げせん断試験において、せん断破壊を曲げ破壊に移行させたシートの効果は、工学的にも意味のある成果と言える。また、せん断破壊に限らず曲げ破壊や圧縮部材の破壊に対して、コンクリートの剥落欠損を防ぎ延性的は破壊モードに導くことも確かめられ、これらの成果から、本システムの土木分野への適用の可能性が認められた。また、腐食試験に見られるように、より性能レベルの高い高性能シートを添付することにより、鉄筋コンクリート部材の高耐久化が図られることが明かとなった。