

## 補修・補強分科会報告書

## 目 次

	頁
1 . はじめに	1
2 . 対策のシナリオ	1
3 . 実施した対策	3
3.1 ひび割れ注工	3
3.1.1 施工概要	3
3.1.2 使用材料	4
3.1.3 施工フロー	4
3.2 はく落防止工	7
3.2.1 施工概要	7
3.2.2 使用材料	8
3.2.3 施工フロー	9
3.3 外ケーブル工	12
3.3.1 設計概要	12
3.3.2 施工概要	12
3.3.3 使用材料	15
3.3.4 定着部・偏向部の構築および再構築	17
3.3.5 ケーブルの配置および緊張	21
3.4 上面増厚工	23
3.4.1 施工概要	23
3.4.2 使用材料	24
3.4.3 使用機械	25
3.4.4 施工フロー	26
3.4.5 排水枡および壁高欄ハンチ部の嵩上げ	30
4 . 対策後の評価	31
4.1 橋面出来形	31
4.2 曲げ剛性(EI)	33
4.3 その他	37
4.4 まとめ	37

## 1. はじめに

垂井高架橋の損傷対策として補修・補強が選定されたのを受けて、補修・補強分科会は、補修・補強の具体的方法について、施工者の提案するものが、中間報告で想定した補修・補強後の性能を満足するものであるかを判断した。また、対策後、載荷試験等により選定した方法が適切であったかの妥当性を確認した。

## 2. 対策のシナリオ

中間報告において、本橋に当初求められていた新設時の性能水準(目標)に対して、生じた損傷(変状)に伴って橋梁が保有する性能水準がどの程度であるかを評価し、その評価に基づいて対策後の性能水準を設定し、それに見合う対策のシナリオおよび具体的な対策を提示した。

表-2.1 には、現状の評価、対策で目標とする水準、対策のシナリオについて、中間報告以降の検討結果も踏まえて再整理し、その結果最終的に実施した対策を示すものである。

安全性については、現状(対策前)における曲げ耐荷力、せん断耐荷力、耐震性において、新設時と遜色のない安全性を有していることから、そのための対策は講じないものとした。床版の疲労についても、顕著な低下は見られないが、十分な検証例もないことから、以下の目的のために実施する上面増厚工法に耐疲労性の効果を付与させることで安全性を確保することとした。

使用性については、橋面出来形の不具合への対策として、上面増厚工法を採用することとした。上面増厚工法には、補強鉄筋を配置し繊維補強コンクリートを使用することで、長期的なひび割れの進展を制御し、床版の耐疲労性に対して防水性の向上およびせん断補強効果を付与するものとしている。

上面増厚工法を採用することで、橋面荷重が付加されることから、その付加荷重で発生する応力を打ち消すことを目的に外ケーブル工法を併用することとした。上面増厚工法と外ケーブル工法を併用することで、曲げ耐荷力およびせん断耐荷力はより安全性が高まることになる。また、曲げ剛性は増加し、活荷重等による短期変形が低下するとともに、部材に作用する応力度は低減することになる。

第三者影響については、ひび割れの長期的な進展に対する安全性を確保するために、箱桁外面にははく落対策を講じることとした。この対策を適用することによって、ひび割れは見えなくなり、美観も確保することができる。

ひび割れに対する耐久性の確保については、0.2mm 以上のひび割れ幅には箱桁断面内外全面にひび割れ注入工法を適用するものとした。それ以下のひび割れ幅については、箱桁外面にははく落対策を講じていることから、雨水や凍結防止剤などの外的腐食因子の侵入に対して、ひび割れの無い状態と同等以上の耐久性を確保するものとしている。箱桁内面については、外的腐食因子の影響がほとんど無いこと、また長期的にひび割れの状況を監視する観点から、特に対策は講じないこととした。

表-2.1 現状の評価、対策において目標とする水準と具体策について

性能(指標)		現状の評価	対策で目標とする水準	対策シナリオ	具体策	期待できる効果
(1)安全性	a.曲げ耐力	道示(H.8)荷重 耐力 FEM解析 OK	道示(H.8)荷重 耐力 余裕度当初水準と同等	不要	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     a.上面増厚工法 + b.外ケーブル工法                 </div>	耐力性のアップ +
	b.せん断耐力	道示(H.8)荷重 耐力 FEM解析 OK	道示(H.8)荷重 耐力 余裕度当初水準と同等	不要		耐力性のアップ +
	c.床版の疲労	FEM解析、載荷試験にて顕著な低下はなし <b>ほぼOK</b>	道示(H.8)設計値以上	発生応力度の低減		疲労耐久性のアップ +
	d.耐震性(主桁)	道示(H.8)保耐法 OK 動解 OK	道示(H.8)設計値以上	不要		
	(ゴム支承部)	OK	(せん断変形許容範囲内)	不要		
(2)使用性	a.橋面出来形 (長期変形含む)	NG	道路線形に対する平坦性 ±20mm以内	橋面のみ増厚調整	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     a.上面増厚工法 + b.外ケーブル工法                 </div>	平坦性の確保 (±20mm以内) OK
	b.部材出来形	NG	かぶりの影響が他の性能水準を満足する前提で <b>現状のまま</b>	不要		作用応力度の低減 +
	c.短期変形 (剛性)	走行時の変形性は確保(剛性は全断面有効の5割程度)	<b>現状</b> 以下 (剛性は <b>現状</b> 以上)	(適用した他の対策で対応)		剛性のアップ +
	d.部材応力度	死荷重時 NG	死荷重時 <b>現状</b> 設計荷重に対する増分 道示(H.8)設計値以下	(適用した他の対策で対応)		作用応力度の低減 +
	e.ひび割れ	死荷重時 NG	死荷重時 <b>現状</b> 設計荷重に対する増分 JH要領値以下	第三者影響および耐久性の確保 (適用した他の対策で対応)		鉄筋作用応力度の低減 +
(3)美観・景観	心理的不安感あり NG	不安感、不快感のない状態	(適用した他の対策で対応)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     c.はく落防止工法                 </div>	美観の確保 OK	
(4)第三者影響	現状 OK 長期的 NG	第三者影響のない状態	はく落防止	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     c.はく落防止工法                 </div>	長期的な性能確保 OK	
(5)耐久性	許容ひび割れ幅 NG	当初想定した耐久性と同等以上	ひび割れ注入 + 表面被覆	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     d.ひび割れ注入工法                 </div>	長期的な性能確保 OK	

### 3. 対策工

対策工について，実施した時系列でその概要を示す．

#### 3.1 ひび割れ注入工

##### 3.1.1 施工概要

ひび割れ注入施工箇所は図-3.1.1 に示す通り，基本的には全ての面に対して 0.2mm 以上のひび割れについて注入している．また，偏向部近傍，定着ブロックの打継面(横桁部)については応力集中の影響を受け易いことから，0.10mm 以上のひび割れについても注入することとした．また，偏向部から支点部にかけての貫通ひび割れについては，注入後さらに，断面外側を対象に炭素繊維シート接着による補修をはく落防止と兼ねて実施している．

壁高欄部の伸縮目地下のひび割れについては，動きがあることから U カットして柔軟性のあるシール材を充てんした．

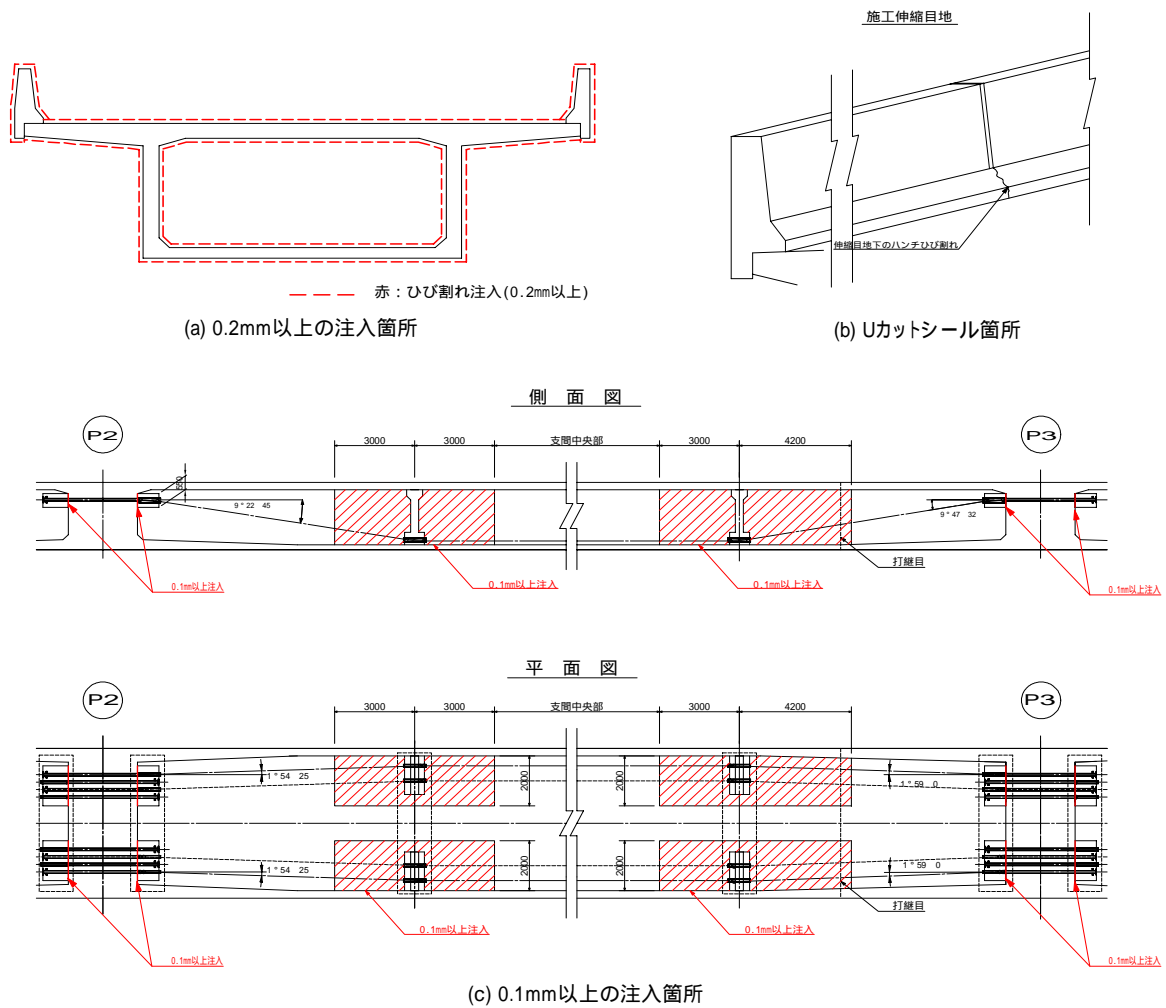


図-3.1.1 ひび割れ注入工法施工範囲

### 3.1.2 使用材料

ひび割れの注入には、低粘度形エポキシ樹脂を使用した。材料の仕様を表-3.1.1 に示す。

表-3.1.1 ひび割れ注入材の仕様

名称	品名	材質・仕様	適合規格	製造元
ひび割れ注入材	ボンド E-206	エポキシ樹脂 低粘度形	JIS A 6024-1998 国交省土木用注入材 1種 JH ひび割れ注入用 1種	コニシ(株)

### 3.1.3 施工フロー

ひび割れ注入工の施工フローを以下に示す。

#### 事前調査



- ・ 0.2mm 以上のひび割れについては注入対象ひび割れとして調査を行い記録する。
- ・ 偏向部近傍、定着ブロックについては、0.1mm 以上のひび割れについても記録する。

#### 下地処理



- ・ 注入材の座金とコンクリート表面との十分な付着性を確保するため、表面に付着しているレイタンス等を除去する。

## ひび割れ部のシール



- ・ ひび割れ部表面をシール材にて注入樹脂が流出しないようにシールする。

## 注入口の位置決め(座金取付)



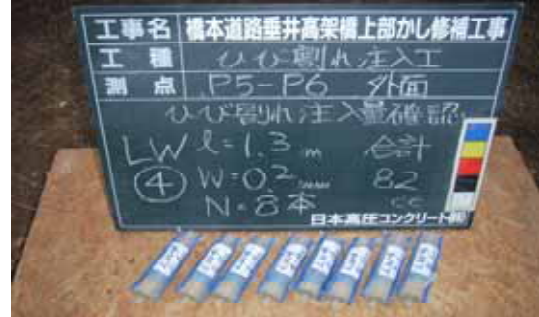
- ・ シール材を注入座金に塗布し、200～300mm ピッチでひび割れの真上に中心を合わせて取り付ける。

## 注入



- ・ シール材が硬化した後、シリンダー内に注入樹脂を充てんし座金にセットする。
- ・ ゴムをかけて注入材を低圧でゆっくりと加圧注入する。1回のシリンダー内の樹脂量は30ccとし、超える場合は継ぎ足し注入を行う。

### 養生・注入量確認



- ・ 注入樹脂が硬化するまで、衝撃や振動を与えないように養生する。
- ・ 養生完了後に、シリンダーを撤去し、注入量を確認する。

### 座金・シール材撤去



- ・ シリンダー撤去後、ディスクサンダー等で座金・シール材を除去し平滑な面に仕上げる。

完了



### 3.2 はく落防止工

#### 3.2.1 施工概要

はく落防止工法の施工範囲は、図-3.2.1 に示すように全径間について箱桁外面としている。

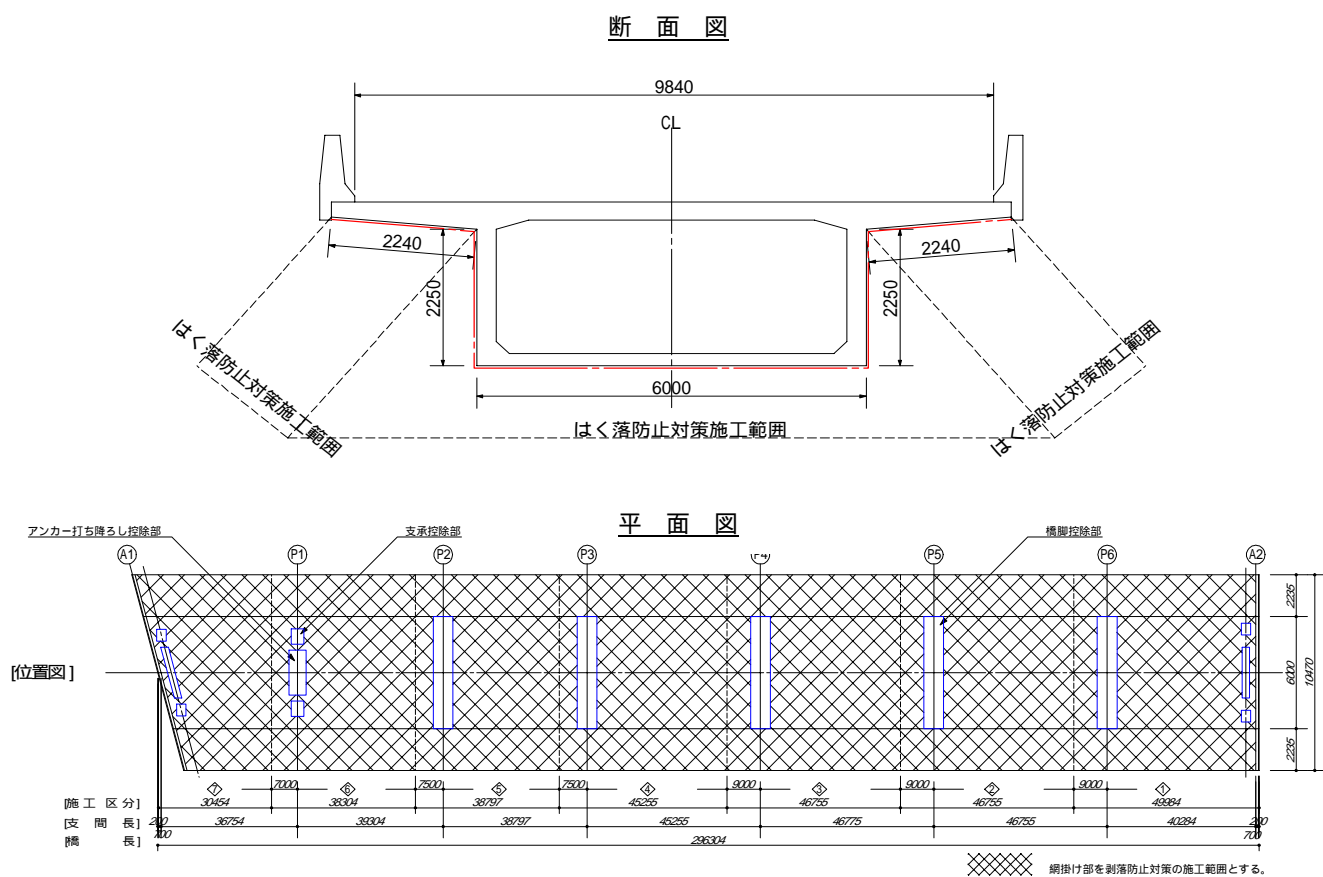


図-3.2.1 はく落防止工法施工範囲

### 3.2.2 使用材料

旧 JH 規格を満足し，施工時の温度に対応したものを使用している．使用したはく落防止工法の構成仕様を図-3.2.2 に示す．それぞれの材料の標準使用量を表-3.2.1 に示す．

施工方法：ボンドキーブメンテVM-2工法(冬型)

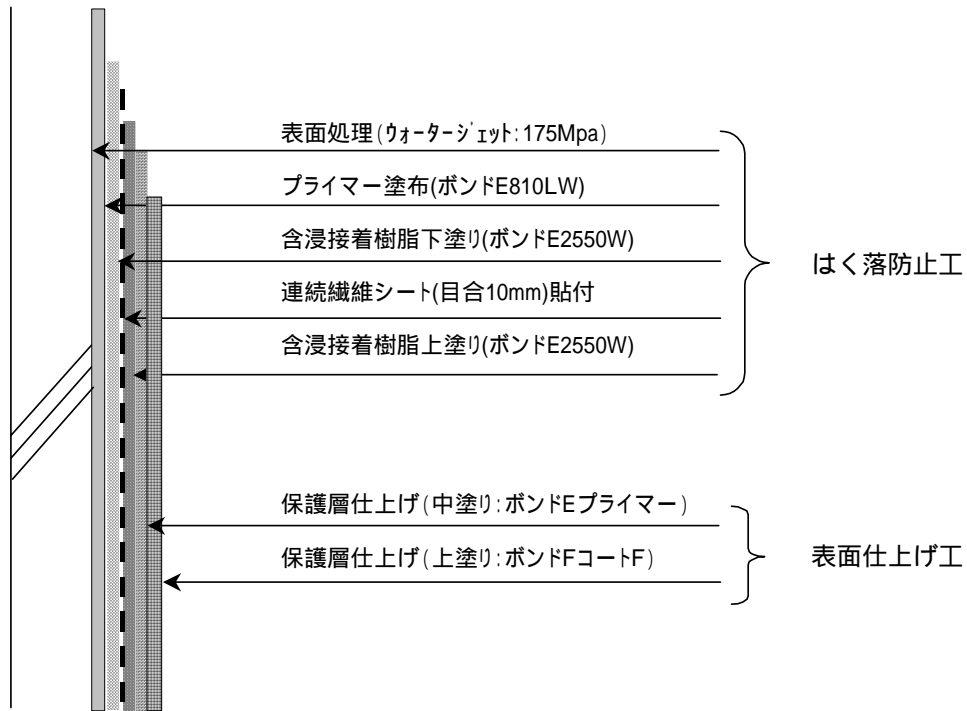


図-3.2.2 はく落防止工法の構成仕様

表-3.2.1 はく落防止工法使用材料の標準使用量

工 程	規 格	使用材料(商品名)	標準使用量	備 考
表面処理	ウォータージェット	-	-	試験施工より噴射圧175Mpa
プライマー	エポキシ樹脂系	ボンドE810LW	0.15kg/m <sup>2</sup>	
接着剤	エポキシ樹脂	ボンドE2550W	0.50kg/m <sup>2</sup>	不陸調整兼ねる
連続繊維シート	三軸ビニロンメッシュシート	トリネオTSS-1810Y	1.0m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
接着剤	エポキシ樹脂	ボンドE2550W	0.70kg/m <sup>2</sup>	接着剤：計1.2kg/m <sup>2</sup>
仕上げ材 中塗	エポキシ樹脂系	ボンドEプライマー	0.15kg/m <sup>2</sup>	
仕上げ材 上塗	フッ素樹脂	ボンドFコートF	0.15kg/m <sup>2</sup>	

### 3.2.3 施工フロー

はく落防止工の施工フローを以下に示す．

#### 下地調整



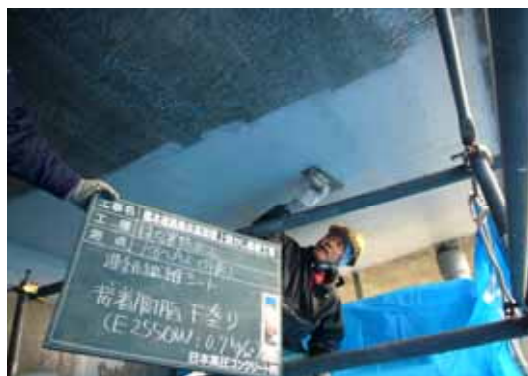
- ・ プライマーとコンクリート表面との十分な付着性を確保するため ,ウォータージェットにて表面に付着している劣化因子をすべて取り除く .
- ・ 試験施工にて最適な基準面を選定し ,ウォータージェットの噴射圧力を 175MPa に設定した .

#### プライマー塗布



- ・ シート貼付け工における十分な付着性を確保するとともに ,塗布接着型シートの均一な接着をし易くするため ,プライマーをローラー等にて均一に塗布する .
- ・ プライマー標準塗布量 :  $0.150\text{kg/m}^2$

### 下塗り材塗布(不陸調整含む)



- ・ プライマー養生後、下塗り材(含浸接着樹脂)をヘラ・コテ等で均一に塗布する。尚、この時に確認された凹凸面についても同様にして平坦に仕上げる。
- ・ 標準使用量：0.70kg/m<sup>2</sup>

### シート貼付け



- ・ 下塗り材塗布後 繊維シートをヘラ・コテ等にて押さえ 施工面に密着させ貼り付ける。
- ・ 繊維シートを貼り合わせる場合、ラップ長は100mm以上とする。

### 下塗り材塗布



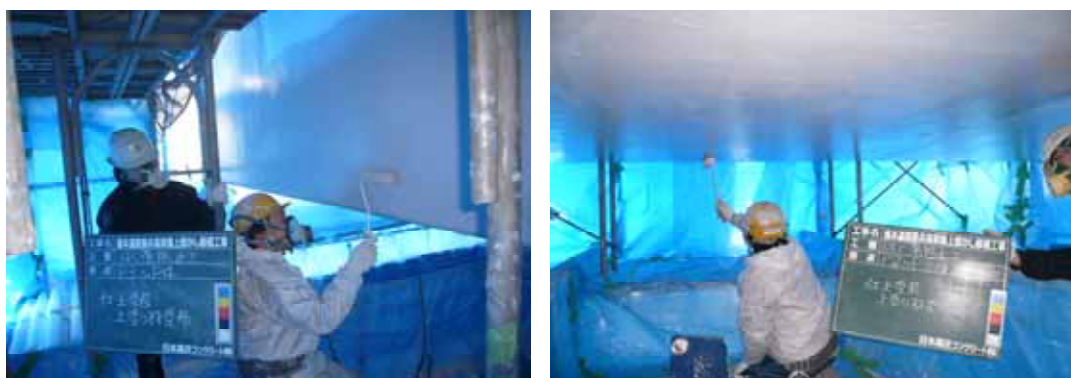
- ・ シート貼付け後、接着上塗り材をヘラ・コテにて均一に塗布し、シートを含浸包括する。 ・ 標準使用量：0.50kg/m<sup>2</sup>

### 中塗り材塗布



- ・ 塗布接着シート貼付層の保護および仕上げの目的で、塗装する。
- ・ 上塗り材の十分な付着性を確保する目的で中塗り材を塗布する。
- ・ 標準使用量：0.150kg/m<sup>2</sup>

### 上塗り材塗布



- ・ 塗布接着シート貼付層の保護および仕上げの目的で、塗装する。
- ・ 上塗り材は長期的な耐久性を保持するフッ素コートを使用する。
- ・ 標準使用量：0.150kg/m<sup>2</sup>

### 完了

