

# 「老朽化した法面の補修について」

ライト工業株式会社  
中国統括支店 技術部長 藤本 和明 氏

平成29年度 一般社団法人広島県法面協会  
技術講習会

## 老朽化した法面の補修について

平成29年9月7日

ライト工業株式会社

1

## 本日の内容

- ・ § 1.はじめに  
(維持管理の予測と課題)
- ・ § 2.既設のり面における調査方法
- ・ § 3.既設のり面の補修・補強技術  
(のリフレッシュ工法)

2

### §1.はじめに 維持管理の予測と課題

- ・ 社会情勢を背景に（2012年笹子トンネル等）、ライフサイクルコストを考慮しつつ構造物の延命化を図る必要性が高まる
  - ・ 今後更新の時期を迎えるのり面構造物が確実に増加することが予測される
- ⇒ 国土交通省
- ・ 道路構造物総点検【総点検実施要領（案）】
  - ・ 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言【道路メンテナンス総力戦】

3

### 国土交通省 道路構造物 総点検

主な対象構造物

| 大区分    | 細区分                                                                                                                                                          |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| のり面工   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 切土のり面（のり面保護工、のり面排水工）</li> <li>・ 盛土（のり面、のり面排水工等）</li> <li>・ グラウンドアンカー工</li> </ul>                                    |
| 斜面安定工  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 擁壁工</li> <li>・ ロックシェッド、スノーシェッド</li> <li>・ 落石防護工全般（柵・網工等）</li> <li>・ 落石予防工全般（ロープ掛け工等）</li> <li>・ その他斜面安定工</li> </ul> |
| カルバート工 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カルバート工</li> </ul>                                                                                                   |

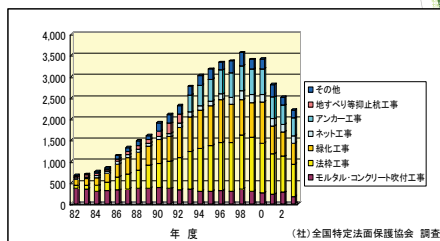
国土交通省 道路局より、道路のり面工・土工構造物を対象とした、「総点検実施要領（案）」が示されました。

4

### のり面構造物の施工高の推移

のり面構造物の施工事例としては1950年頃からモルタル・コンクリート吹付工が、1957年に初めてアンカー工が国内に導入された。

のり面構造物の現在までの施工量は膨大であり、その維持管理、修繕等の必要性がますます重要になってきている。



### §2.既設のり面における調査方法

- 1.のり面工保護工の老朽化とは？
- 2.熱赤外線によるのり面調査
- 3.削孔による背面空洞調査

6

## 1. のり面保護工の老朽化とは？

- 1) 建設時の性能が低下した状態
- 2) 建設当初の目的(機能)が損なわれた状態

### ① 吹付モルタルなどのコンクリート構造に生じる現象

- ・ 亀裂 (ひび割れ)
- ・ 剥離、剥落
- ・ 凍害 等

### ② 地山に生じる現象

- ・ 地山の風化
- ・ 空隙 等

7

## のり面保護工の老朽化 「亀裂」



植物の成立とモルタルの亀裂

亀裂

亀裂に根付く自生木

8

## のり面保護工の老朽化 「剥離」



モルタルの剥離

9

## のり面保護工の老朽化 「凍害」



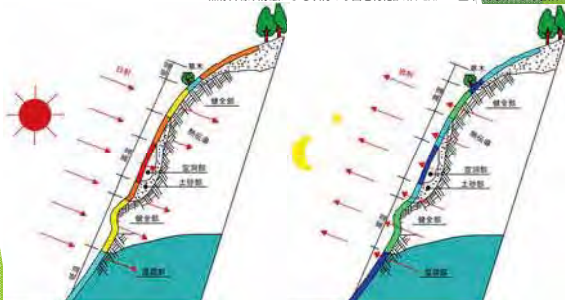
凍害を受けた法枠

凍害箇所の状況

10

## 2. 熱赤外線によるのり面調査

熱赤外線映像法による吹付のり面老朽化診断(2) 土木研究所 より抜粋



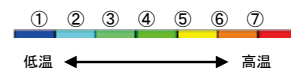
日中 (高温時) の熱伝導

深夜・早朝 (低温時) の熱伝導

11

## 熱赤外線調査 (非破壊調査)

法面の温度性状  
空洞や土砂部では、健全部と比較して1日の温度差が大きく、逆に湿潤部や健全部では、温度差が小さくなる傾向を示す

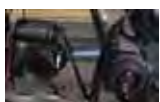


| 吹付面の性状 | 日中の表面温度 | 深夜・早朝の表面温度 | 2時間の温度変化 |
|--------|---------|------------|----------|
| 空洞部    | 特に高温(⑦) | 低温(①)      | 特に大      |
| 土砂部    | 高温(⑥)   | 低温(②)      | 大        |
| 湿潤部    | 低温(②)   | 低温(①)      | 特に小      |
| 健全部    | やや高温(⑤) | やや低温(③)    | 小        |

12



## 撮影方法・機材

|      | 地上(固定式)                                                                           | 上空(移動体)                                                                                                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 撮影機材 |  | <br>可視カメラ 熱赤線カメラ                                                                   |
| 撮影媒体 |  |   |

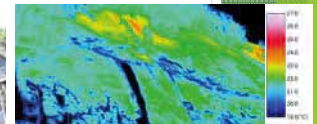
13

## 吹付のり面への適用

### 2 時刻の熱画像

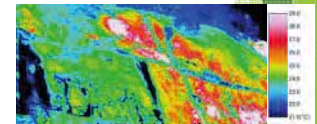


可視画像



低温時熱画像

温度差画像を作成するために、低温時と高温時の2時刻の熱画像を撮影する



高温時熱画像

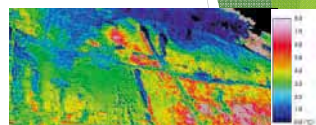
14

## 吹付のり面への適用

### 2 時刻間の差画像



可視画像



減算結果 温度差画像

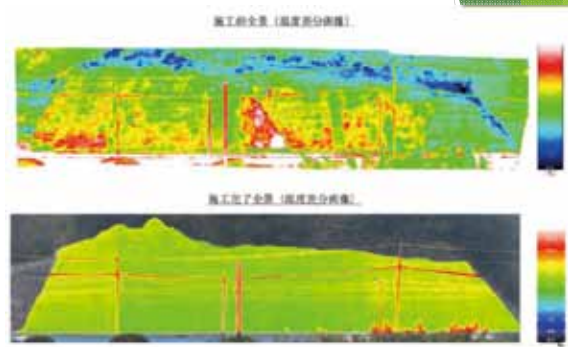


熱差画像判読図

2 時刻の熱画像から温度差画像を作成し、吹付法面の健全状態を判定する

15

## 施工後の確認例



## 3. 削孔による背面空洞調査

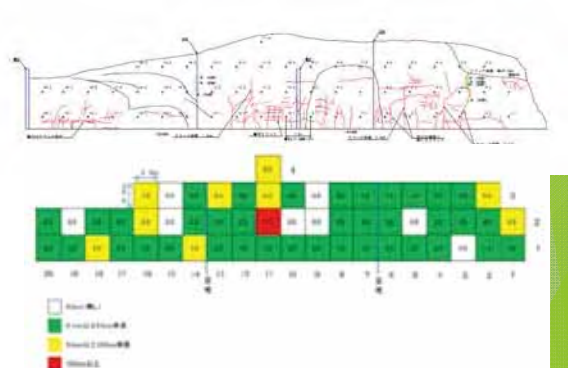


コアボーリング削孔



17

## 背面空洞調査結果例



### §3.既設のり面の補修・補強技術

#### のりフレッシュ工法

- ・ 既設モルタル補修型 (NETIS QS-120026-A)  
(広島県長寿命化技術活用制度28-014-3)
- ・ 地盤補強型 (NETIS QS-130019-A)

広島県のりフレッシュ工法協会

19

#### 工法概要

既設吹付モルタルは、経年変化により、吹付モルタル自体の劣化や地下水等の影響による地盤の風化・空洞化が生じています。

従来は既設吹付モルタルを取り除き、新しく作り替えるため大量の産業廃棄物が生じていました。

のりフレッシュ工法は既設吹付モルタルを取り壊すことなく、既設のり面を補修・補強する工法です。

20

#### 老朽モルタル法面の補修(従来技術)

##### 従来技術の課題

- 1) 落石事故、表層崩落のリスクが高い
- 2) 仮設防護柵の規模が大きい
- 3) 施工性が悪く工期への影響が大きい
- 4) 人力作業、作業員の高齢化
- 5) 建設廃棄物が多量に発生



る

#### のりフレッシュ工法の構成



既設モルタルの背面状況や地山の風化状況に応じ老朽化したのり面を組合せにより補修

- (1) ひび割れや壊れたモルタル吹付面の補修  
【樹脂吹付工・増厚工】
- (2) 地盤とモルタル吹付背面の密着性を回復  
【空隙充填工】
- (3) ゆるんだ地盤の補強  
【地盤注入工】

22

#### 選定手順



23

#### 使用目的

##### 樹脂吹付タイプ1 (樹脂吹付標準型)

モルタル面の遮水機能と風化防止機能の回復

##### 樹脂吹付タイプ2 (樹脂吹付標準型+空隙充填工)

樹脂吹付タイプ1 + モルタル背面の空隙充填

##### 増厚タイプ1 (増厚標準型)

モルタル面の剥落、劣化の機能の回復

##### 増厚タイプ2 (増厚標準型+空隙充填工)

増厚タイプ1 + モルタル背面の空隙充填

##### 増厚タイプ3 (アンカーボルト)

モルタル面の剥落、劣化及び地山が風化の機能の回復

##### 増厚タイプ4 (アンカーボルト+空隙充填工)

増厚タイプ3 + モルタル背面の空隙充填

##### 増厚タイプ5 (地盤補強型)

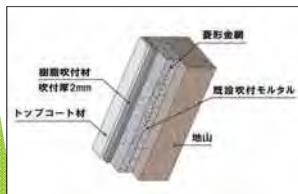
モルタル面の剥落、劣化、地山の土砂化及び空隙部の補強

24

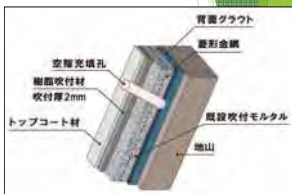


## 樹脂吹付タイプ 1、2

- ・ 既設吹付モルタル面に樹脂吹付を行うことで、モルタル面の遮水機能、風化防止機能を回復を図る
- ・ 樹脂吹付材は弾力性・伸縮性に富み、樹脂材表面にはひび割れが発生しない
- ・ 施工機械がコンパクトで省スペース、省力化、短期間での施工が可能



タイプ1(樹脂吹付標準型)



タイプ2(樹脂吹付標準型+空隙充填工)

## 樹脂吹付タイプ特徴①

### ①ひび割れ追従性に富む

- ・ 樹脂吹付材は弾力性・伸縮性に富み、ひび割れ追従性は10mm以上
- ・ 引張り試験による伸び率は200% (膜厚2mm)
- ・ ポリウレタン樹脂は速乾性に優れ、吹付後数十秒で硬化



曲げ試験



発生ひび割れへの追従状況



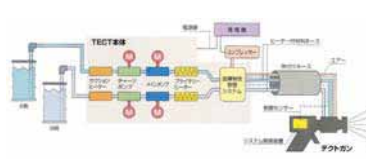
押し抜き試験

26

## 樹脂吹付タイプ特徴②

### ②省スペースで施工可能

- ・ 吹付システムは2 t 車程度に積載可能で機動性に優れる
- ・ ホース延長100m程度まで施工対応可能



吹付システム



車載プラント例

27

## 樹脂吹付タイプ特徴③

### ③省工程で工期短縮が可能



- ・ 高圧洗浄水によるモルタル表面洗浄
- ・ 設計時調査の妥当性を確認  
ひび割れ筋状補修、湧水処理  
(必要に応じて実施)
- ・ 吹付厚さ2mm  
・ 吹付後数十秒で硬化
- ・ (樹脂吹付工タイプ 2 に適用)
- ・ 必要に応じて色合い調整

28

## 樹脂吹付タイプ 1 施工手順

### ①法面水洗い清掃工

高圧水 (25Mpa程度) による清掃



水洗い清掃状況

29

## 樹脂吹付タイプ 1 施工手順

### ②樹脂吹付工

2液型ポリウレタン樹脂材の吹付



樹脂吹付状況

30

## 樹脂吹付タイプ 1 施工手順

### ③ トップコート吹付工

トップコート材で表面被覆



トップコート吹付状況

31

## 樹脂吹付タイプ 1 施工手順

### ④ 完 成

樹脂吹付タイプ 1 完成

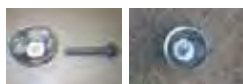


樹脂吹付完成

32

## 増厚タイプ 1 (増厚標準型)

- 既設吹付モルタル面に増厚することで、のり面の剛性及び安定度の回復を図る
- 既設吹付モルタルと増厚工との一体化を目的としてカップルボルトを配置する
- 短繊維混入モルタルにて増厚することでモルタルの曲げ強度が向上する



カップルボルト

33

## 増厚タイプ 2 (増厚標準型+空隙充填工)

- 既設吹付モルタル面に増厚することで、のり面の剛性及び安定度の回復を図る
- 空隙充填により、既設モルタル吹付面の背面への水の侵入を抑制し、地山の風化の進行を防止
- 既設モルタル背面と地山の付着の回復を図る



専用注入パッカー

34

## 増厚タイプ 3 (アンカーボルト)

- 既設吹付モルタル面に増厚することで、のり面の剛性及び安定度の回復を図る
- 既設吹付モルタルと増厚工との一体化を目的としてカップルボルトを配置する
- 背面地山と既設、増厚モルタルを一体化するためにアンカーボルトを配置する
- 短繊維混入モルタルにて増厚することでモルタルの曲げ強度が向上する



アンカーボルトとカップルプレート

35

## 増厚タイプ 4 (アンカーボルト+空隙充填工)

- 既設吹付モルタル面に増厚することで、のり面の剛性及び安定度の回復を図る
- カップルボルト、アンカーボルトを配置する
- 空隙充填により、既設モルタル吹付面の背面への水の侵入を抑制し、地山の風化の進行を防止
- 既設モルタル背面と地山の付着の回復を図る

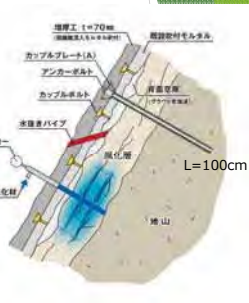


36



## 増厚タイプ5 (地盤補強型)

- 既設吹付モルタル面に増厚することで、のり面の剛性及び安定度の回復を図る
- カップルボルト、アンカーボルトを配置する
- 空隙充填により、既設モルタル吹付面の背面への水の侵入を抑制
- 風化部に特殊注入材を注入し、風化部の強化を図る
- 既設モルタル背面、風化部と地山の一体化を図る



37

## 従来技術との比較 (案)

| 比較項目   | 従来技術 (案)                                                                | 新技術 (案)                            |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1. 施工性 | 従来技術は、地盤の掘削・充填・打設・養生等の工程が多く、工期が長くなる。新技術は、既存のモルタル面に直接施工できるため、工期が短縮される。   | 新技術は、既存のモルタル面に直接施工できるため、工期が短縮される。  |
| 2. 安全性 | 従来技術は、掘削作業による地盤の崩壊や、打設作業による騒音・振動の問題がある。新技術は、掘削作業を減らすことで、安全性を向上させる。      | 新技術は、掘削作業を減らすことで、安全性を向上させる。        |
| 3. 経済性 | 従来技術は、掘削・充填・打設・養生等のコストが高くなる。新技術は、既存のモルタル面に直接施工できるため、コストが削減される。          | 新技術は、既存のモルタル面に直接施工できるため、コストが削減される。 |
| 4. 効果性 | 従来技術は、地盤の掘削・充填・打設・養生等の工程が多く、効果が不安定である。新技術は、既存のモルタル面に直接施工できるため、効果が安定である。 | 新技術は、既存のモルタル面に直接施工できるため、効果が安定である。  |

38

## 施工事例 (道路のり面)



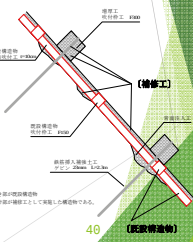
保全対象：道路  
(一般県道勝木安古市線)  
発注者：広島市安佐南区役所  
施工場所：広島市安佐南区上安町  
タイプ：増厚タイプ3  
施工面積：A=743m<sup>2</sup>

39

## 施工事例 (急傾斜地・法枠工)

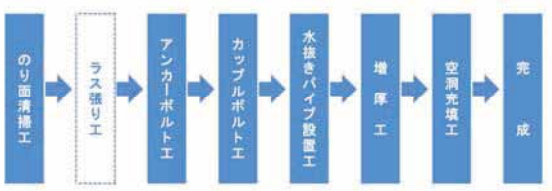


目的：既設法枠工の補修  
タイプ：タイプ3 (旧タイプ)  
+法枠工+鉄筋挿入工



40

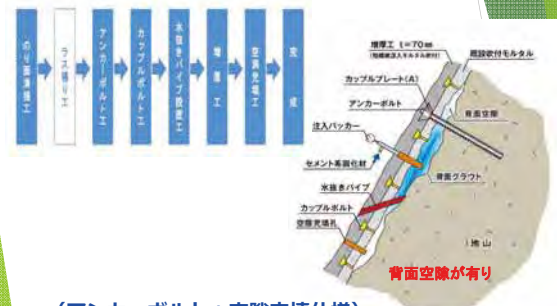
## 増厚タイプ4 施工手順



※法面勾配 1:0.3より急な場合はラス張工を併用

41

## 増厚タイプ4 施工手順



(アンカーボルト+空隙充填仕様)

42

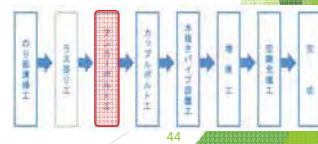
## 増厚タイプ4 施工手順

### ①法面清掃



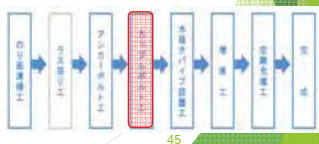
## 増厚タイプ4 施工手順

### ②アンカーボルト工



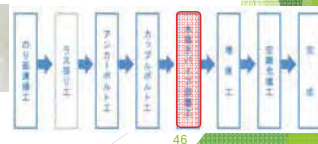
## 増厚タイプ4 施工手順

### ③カップルボルト工



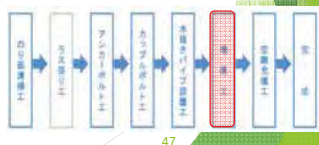
## 増厚タイプ4 施工手順

### ④水抜きパイプ設置工



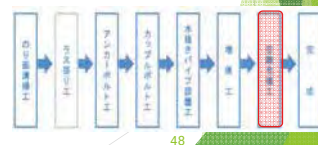
## 増厚タイプ4 施工手順

### ⑤増厚工（短繊維混入モルタル吹付工）



## 増厚タイプ4 施工手順

### ⑥空隙充填工





## 増厚タイプ4 施工手順

### ④完 成

増厚タイプ4 完成

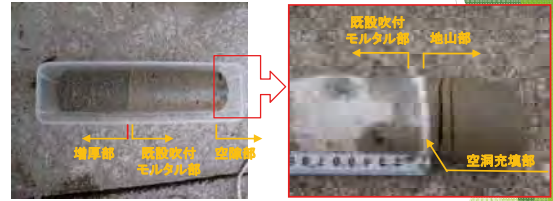


完成

49

## 効果確認の事例①

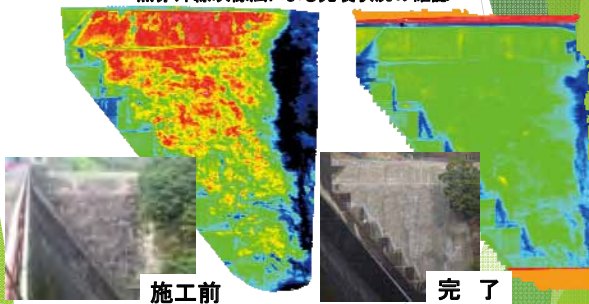
コアボーリングによる充填状況の確認



50

## 効果確認の事例②

熱赤外線映像法による充填状況の確認



施工前

51

完了

ご清聴ありがとうございました

ライト工業株式会社

52