

「老朽化した法面・斜面对策工の調査手法について」

広島県法面協会
技術委員会委員長

宮田 亮司

平成29年9月7日

老朽化法面・斜面对策工の調査について

一般社団法人広島県法面協会

お話しする内容

- ≒ 現在までの法面協会の取り組み 1～3
- ≒ 平成29年度から始まる新たな取り組み
老朽化した法面斜面对策工の調査
- ≒ 利用が期待される調査測定器のご紹介(その1)
- ≒ まとめ
今後の取り組み

1

現在までの法面協会の取り組み：その1

事業：広島県内法面緑化工事の植生追跡調査
期間：平成20年～平成27年 8年間 計16回
目的：法面緑化の現状と課題の明確化
書籍：広島県のこれからの法面緑化



2

現在までの法面協会の取り組み：その2

事業：県による法面被害の現状とシガ害対策工法の試験施工
期間：平成24年～平成28年 5年間
目的：法面における敷岩の現状把握・試験施工により知見を広げる
書籍：会報 のりめん広報23,24,25号掲載



3

現在までの法面協会の取り組み：その3

事業：老朽化吹付モルタルの調査対策方法の検討
期間：平成25年 0.5年間
背景：笹子トンネル天井板崩落事故(平成24年末)
目的：老朽化吹付法面の調査や対策工に関する
参考資料の整理および活用。(既往資料からの抜粋)
書籍：老朽化吹付法面の調査・対策における参考資料



4

平成29年度からの新たな取り組み

事業：老朽化法面斜面对策工の調査およびその方法
期間：平成29年～
目的：老朽化した法面・斜面对策工の調査

調査状況



5

調査箇所

箇所選定：協会員へのアンケート
調査箇所：広島県西部建設事務所 安芸太田支所 2現場
広島県北部建設事務所 庄原支所 2現場
調査工法：モルタル吹付工 落石防止網工



6

調査方法と条件

- 初年度活動概要
 - ・老朽化法面斜面のフェイルド調査
- 初年度調査の目的
 - ・調査方法の有効性の評価
 - ・調査作業に関する注意点・問題点の見分
 - ・次回調査への基礎固め
- 調査の条件
 - ・交通規制をおこなわない
 - ・民地に入らない
 - ・ロープ足場を使用せず、道路面からのみの調査
(道路バトリール調査と同等の範囲)

7

調査項目と健全度の評価（老朽化モルタル吹付工）

平成25年当協会が整理した老朽化吹付法面の調査・対策における参考資料集に準じる。

8

調査項目(案)（老朽化落石防護網工）

落石防止網工の構造的・機能的な要素を基に、今回の現地調査から得た知見を含め検討・整理し、調査項目(案)をまとめた。

調査項目(案)

健全性の要素	点検方法
菱形金網の劣化・破損	目視・測定・強度試験
ワイヤーロープのたるみ・劣化・破損	目視
小部材の劣化・破損・欠損	目視
支柱角度の角度（通り）・転倒・破損	目視
アンカーの破損・抜け	目視
鋼木の腐蝕	目視
確認されている落石積土の状況	目視
既存積土からの影響	目視
その他の状況	目視

9

調査方法及び測定機器

調査に使用した測定機器一覧。

測定機器

機器名	目的
コンベックス	亀裂の幅・長さの測定
クラックスケール	亀裂の幅の測定
テーパージョージ	亀裂の幅・深さの測定
デジタルノギス	亀裂の幅・深さ、菱形金網の線径の測定
ハンマー	打音検査
双眼鏡	目視検査
コンクリートテスター	圧縮強度・健全性確認

10

調査箇所① 北広島町 旭戸内線

斜面概要：切土法面(3段)

対策概要：法面保護工 モルタル吹付工(不明cm)

施工時期：不明

斜面勾配：1：0.8程度

全景写真

湧水：有り

位置図



11

全景・中景写真



12

測定状況及び弱面箇所

クラックの幅の測定状況と破損したモルタル面。



13

気になる状況

目地間を横断する亀裂。せり出しは無い。
小段に成長する木本植物。厚い土壌層が形成されている。



14

北広島町 旭戸内線 の評価

評価:9 点健全C 詳細調査が必要。

調査箇所		調査項目	評価	備考	
北広島町 旭戸内線	調査箇所	斜面概要	切土法面(3段)		
		対策概要	法面保護工 モルタル吹付工(不明cm)		
		施工時期	不明		
		斜面勾配	1：0.8程度		
		湧水	有り		
		調査項目	目視検査	○	
		測定機器	コンベックス、クラックスケール、テーパージョージ、デジタルノギス、ハンマー、双眼鏡、コンクリートテスター		
		評価	9 点健全C		
		詳細調査	必要		
		調査者	〇〇〇		

15

調査箇所2 森脇 国道432号

斜面概要：切土法面(2段)
 対策概要：法面保護工 モルタル吹付工 (不明cm)
 施工時期：不明
 斜面勾配：1:0.8程度
 湧水：有り

位置図




16

全景・表層状況等

全景写真



表層剥離状況1



表層剥離状況2



剥離モルタル片



打音検査状況



17

森脇 国道432号 の評価

評価:6点健全度B 詳細調査が望ましい。

項目	内容	評価	備考
1	斜面の状況	2	切土法面
2	表層の状況	3	モルタル吹付工
3	湧水の状況	4	湧水有り
4	斜面勾配	4	1:0.8程度
5	斜面の長さ	4	約100m
6	斜面の幅	4	約10m
7	斜面の傾斜	4	約30度
8	斜面の地質	4	不明
9	斜面の植生	4	一部有
10	斜面の周辺環境	4	良好
11	斜面の管理状況	4	不明
12	斜面の危険性	4	低
13	斜面の対策	4	不明
14	斜面の調査	4	不明
15	斜面の報告	4	不明



18

調査箇所3 比和 国道432号

斜面概要：切土法面(小段無し)
 対策概要：法面保護工 モルタル吹付工 (不明cm)
 施工時期：不明
 斜面勾配：1:0.3~0.5程度
 湧水：有り

位置図




19

斜面对策の状況・全景

全景写真(6月)



黒色化した金網



進入植物の状況(4月)



20

比和 国道432号 の評価

評価:不可 上記に既設落石防護網工が十分機能しており、継続観察とする。

項目	内容	評価	備考
1	斜面の状況	2	切土法面
2	表層の状況	3	モルタル吹付工
3	湧水の状況	4	湧水有り
4	斜面勾配	4	1:0.3~0.5程度
5	斜面の長さ	4	約100m
6	斜面の幅	4	約10m
7	斜面の傾斜	4	約30度
8	斜面の地質	4	不明
9	斜面の植生	4	一部有
10	斜面の周辺環境	4	良好
11	斜面の管理状況	4	不明
12	斜面の危険性	4	低
13	斜面の対策	4	不明
14	斜面の調査	4	不明
15	斜面の報告	4	不明



21

調査箇所4 安芸太田町 澄合豊平線

斜面概要：切土法面(3段目付近小段無し)
 対策概要：法面保護工 モルタル吹付工 (8.0cm)
 落石対策工 落石防護網工 (4.0mm)
 施工時期：不明

位置図




22

菱形金網の状態

菱形メシの防蝕効果が低下し、金網自体に薄く錆が浮いている。

正面写真



金網の錆化状況



金網測定(4.0mm)



23

ワイヤーロープの状況

ワイヤーロープそのものの破断や腐蝕、目立った劣化は認められない。
一本支柱吊りロープの確認は道路面からは不可能。
縦補助ロープに1か所劣化がある。

ワイヤーロープの腐み・劣化状況



劣化箇所

24

その他部材 固定アンカーおよび1本支柱

アンカー：道路面からの調査のため、確認不可能。目視可能な横ロープ固定アンカーの健全性の確認。

劣化箇所

ベース部が露出



支柱：縦補助ロープが腐みのため、構造上、一本支柱が僅かに前倒している可能性が高い。ただし、目視では変化を確認できない。



25

安芸太田可 澄合豊平線 の評価

今回の調査条件のうえで、同線となる構造的欠陥は認められていない。
縦補助ロープの腐みについて、上方のアンカー・ワイヤーロープの確認が望ましい。
変形金網の強度的評価については、試験結果により評価する。

調査箇所は概略図

調査箇所の概要	調査方法	評価
懸垂網の劣化・損傷	目視・測定・強度試験	試験結果による
ワイヤーロープの腐み・劣化・損傷	目視	OK
少鋼材の腐み・劣化・損傷	目視	OK
支柱腐蝕の調査（目視）	目視	OK
アンカーの腐蝕・損傷	目視	OK
試料の採取	目視	OK
確認している道路工事の状況	目視	OK
懸垂網工法の確認	目視	OK
その他調査	目視	OK

26

サンプリング落石防護網金網強度テスト

目的：変形金網の腐蝕による強度低下の実証試験

切出箇所：澄合豊平線 落石防止網工 龍下橋部

試験物：変形金網 φ4.0mm 酸化による腐食あり

試験場：（一社）広島市工業技術センター

測定機器：精密万能試験器

測定機器

サンプリング状況

試験場



27

(参考) 亜鉛メッキの耐用年数

土木材料の耐用年数については、調査環境による変動に由来するため、環境の許容値から次のように計算できます。
耐用年数 = 亜鉛付着量 (g/m²) / 腐食速度 (g/m²/年) × 0.9
日本における亜鉛付着量の平均値は調査環境に依存する傾向があり、この値をもとに腐食速度を耐用年数に換算して見ると、

JGTA

調査地域	腐食速度 (g/m ² /年)	耐用年数
都市・工業地帯	18.2	6.2
郊外地域	4.4	17.3
高度地域	12.6	23



Z-G53 φ3.2mm 田畑地帯:26年 工業地帯:15年 沿岸部:6.5年

28

試験サンプル

切出した材料ほか、比較用に新材と同量の亜鉛メッキ材3つを試験した。

試験体

新材 (Z-G53)

腐食劣 (切出材)

腐食劣 (提供材)

径厚 4.0mm

径厚 4.0mm

径厚 4.2mm (3.9mm経過後)



φ4mm×3本

29

設計強度(判定値)

糸線の引張強度: 290~540 N/mm²

強度計算に用いる許容引張強度145 N/mm²

試験結果 ≧ 290 N/mm² で設計強度を満足する。

落石対策仕様



30

測定状況と結果

引張試験機による測定



測定結果

試験体	測定値 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	判定
新材1	540.13	474.170	OK
2	548.56	474.170	OK
3	549.51	474.170	OK
腐食劣(提供材)1	577.64	474.170	OK
2	477.9	474.170	OK
3	477.41	474.170	OK
腐食劣(切出材)	510.75	474.170	OK
1	540.91	474.170	OK
2	540.91	474.170	OK
3	540.91	474.170	OK

全ての試験体が、設計値を満足している。

以上を踏まえて、当該箇所は継続点検。

31

老朽化法面の調査に利用が期待される測定機器

コンクリートテスター CTS-02

1台で表面の劣化・剥離の測定、強度の推定を実現
計測時間2秒、コンクリート面をハンマーで叩くだけ



NETIS登録機器 No. HK-060013-V

- 従来のハンマータイプの非破壊検査装置に比べ精度に高精度
- パソコンでデータを出力・加工できるので、報告書の作成も容易
- 簡単かつスピーディな測定方法で現場の作業を効率化

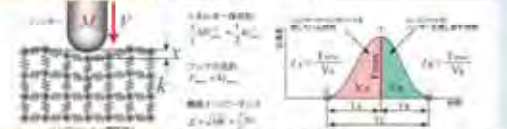
- 測定対象：コンクリート（圧縮強度）
- 用途：橋梁工事の付帯検査（竣工後と修繕後）
- 一歩測定距離（測定箇所間隔）
- 測定精度（測定誤差）
- 試験回数・検査箇所数の拡大

32

測定原理

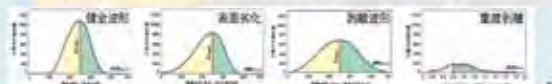
コンクリートテスターの測定原理

エコーペーストは加振設計が施されたハンマーと測定装置で構成され、ハンマーでコンクリートに打撃した際の衝撃波を感知して、エコー波を測定してコンクリートの強度推定を実現します。



コンクリートテスターによるコンクリートの健全性の診断

エコーペーストは上記の測定原理によりコンクリートにハンマーで打撃することにより、弾性波、エコー波を測定して強度推定を実現します。またコンクリートに打撃した際の弾性波により、コンクリートの健全性を診断します。



33

コンクリートテスター調査状況

- ・使用方法は、ハンマーで対象物を打撃するのみで、非常に簡単。
- ・圧縮強度の測定は、モルタルが薄い表面の状況などが影響するが、数値が安定しない。
- ・健全性の診断結果は、目視と測定値の相関が認められ十分活用できる。

測定状況



34

まとめ

調査での気づき

- ・道路面からの調査であっても、剥離や法面および掘削処理工の安定性評価は可能である。ただし、スクリュー調査としての範囲であり、工法設計を行えるまでの精度は無い。
- ・高所に沿って目視調査の精度を上げるため、ロープの活用が非常に効果的と思われる。
- ・目視によるところが大きいため、調査時期は秋から春先の凍結していない期間が望ましい。
- ・ロープ定規を利用するときは、交通整理員が必要である。

今後の取り組み

- ・各管轄官庁に対し安定度の高い老朽化法面剥離対策工事の報告。
- ・調査で得た知見を、年度業務委託や維持工になど実際の施工現場で反映させる。

謝礼

今回の調査にご協力いただいた、広島県を初めとした関係各位の皆様へ、お礼を申し上げます。ご協力ありがとうございました。今後も協会事業へのご理解とご協力をお願いいたします。

35



36