

# 維持管理を考慮した補強土壁工法

前田工織(株) 補強土排水推進部長 ○久保 哲也  
(株)ミルコン 常務執行役員 本田 利弘  
(株)アドヴァンス 取締役事業本部長 川口 晃

## 1 はじめに

昨今、道路構造物は建設の時代から長寿命化の時代へと移行されつつある。国土交通省の社会資本整備審議会道路分科会道路メンテナンス技術小委員会では、道路構造物の維持管理・更新を効率的且つ効果的に進めるためには戦略的な取り組みが必須であることを提言しており、その手段の一つとして、「点検、診断、措置、記録、（次の点検）」といったメンテナンスサイクルの重要性を示している<sup>1)</sup>。このように道路構造物に要求される環境等は変化しており、道路構造物の新設・改築に当たっては、維持管理の確実性及び容易さに重きが置かれつつある。道路土工構造物である補強土壁工においても、新設・改築に当たっては維持管理を考慮した設計が今後必須とされる。本報では、メンテナンスサイクルを考慮した補強土壁の維持管理手法について事例を含めて報告するものである。

## 2 補強土壁の維持管理に関する研究

補強土壁のメンテナンスサイクルを履行するためには、現状体系化されていない補強土壁の維持管理手法についての知見をまとめる必要がある。そこで、国立研究開発法人土木研究所では、補強土壁のメンテナンスサイクルの構築に向けて「補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究」を発足し、各研究機関等で進められている維持

管理に係る知見等を整理すると共に、盛土材のこぼれ出しに至る致命的な損傷に主眼をおいた、補強土壁の維持管理手法の検討が進められた。この共同研究では、補強土壁が崩壊に至るまでの劣化シナリオを整理したフォルトツリーの作成、点検時に使用する点検帳簿の作成、また、詳細調査の方法や措置事例等についてまとめられた<sup>2)</sup>。

## 3 維持管理を考慮した補強土壁

### 3.1 点検手法

補強土壁は、図-1 に示すように構築された箇所によって点検方法が異なる。道路面上の補強土壁であれば、パトロール車にカメラを搭載し、写真測量を応用した手法等で外形の変化を捉えることができる<sup>3)</sup>。一方、補強土壁が道路面より下方に構築されている場合は、通常の道路パトロールにおける日常点検では、早期の段階で異常（変形）を捉えることは困難である。そこで筆者は、外形の変化を遠隔地で把握することが可能なMEMSセンサーに着目した。

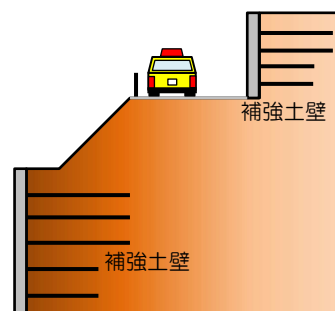


図-1 補強土壁と道路パトロール

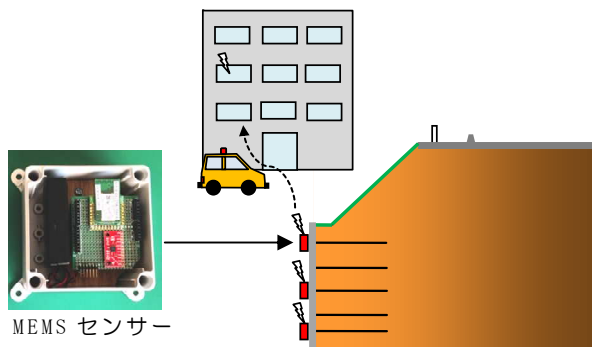


図-2 点検手法の概念図

MEMS センサーは、得た情報を通信装置により机上で管理することが可能であるため、常に壁面の状態を把握できる有効な手段であると考えられる。概念図を図-2 に示す。MEMS センサーは、主に三軸ジャイロセンサーや三軸加速度センサー等で構成され、加速度センサーに作用する重力の傾きから傾斜角を求める。図-3 は、チルトセンサーにより MEMS センサーの精度を確認した結果である。データ数は少ないが、近似直線の傾きは 0.98 程度であり計測結果の信頼性には問題ないものと考えられる。

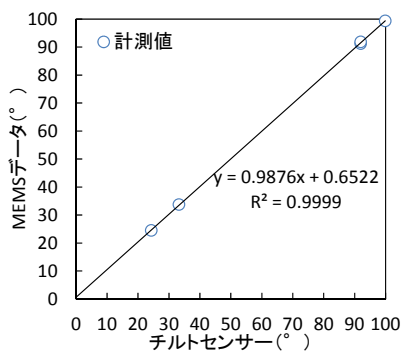


図-3 MEMS センサーの精度

### 3. 2 詳細調査手法

#### 3. 2. 1 光ファイバーを用いた計測

点検において、詳細調査が必要と判定された補強土壁は診断の段階へと移行される。補強土壁の診断においては、想定される劣

化シナリオに基づき素因や要因等を特定し、措置への移行を検討するための詳細調査が実施され、総合的な判断のもとに補強土壁の健全性が判定されると考えられる。盛土内部の状態を把握するための詳細調査には表面波探査や電気比抵抗等の様々な方法<sup>4), 5)</sup>があり、適宜選定する必要があるが、盛土内部の状態を、特に補強材の状態を推定する方法は限定的である。

補強土壁は補強材が健全に機能することで安定が図られることから、補強材の状態を把握することは補強土壁の維持管理として重要であると考えられる。補強材のひずみを把握する既往の方法にはひずみゲージが多く用いられてきたが、ひずみゲージは数年で劣化するため長期の適用性に対する課題がある。そこで、筆者は補強材のひずみを推定する方法の一つとして長期的な計測が可能である光ファイバーに着目した。光ファイバーは繊細な構造体であるため、図-4 に示す補強材の内部に光ファイバーを挿入することで光ファイバーが損傷しない構造とした。

光ファイバーの計測結果は、図-5 に示す応力-ひずみ特性より、安全領域（ひずみ：2.0%以下）、注意領域（ひずみ：2.0～2.5%）及び危険領域（ひずみ：2.5%以上）を設定することで補強材の健全性評価の指標とした。

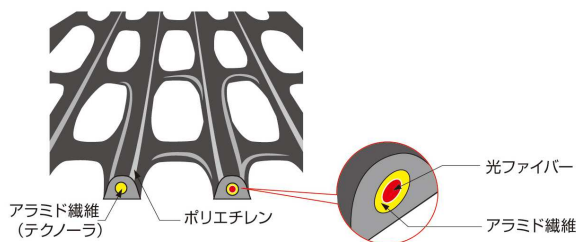


図-4 光ファイバーの構造

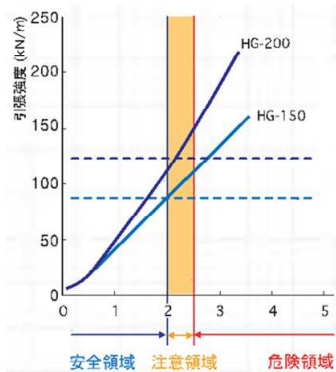
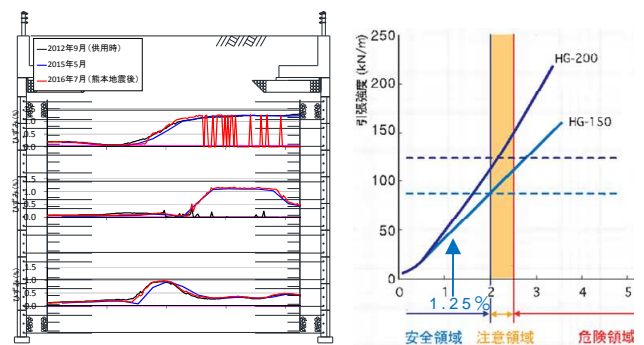


図-5 健全性評価の指標



(a) 断面図

(b) 指標

図-6 計測結果

### 3. 2. 1 計測事例

光ファイバー計測は、過去に施工管理、大規模災害による被災後の健全度判定の目安として活用されてきた実績がある。以下では、これらの計測事例について紹介する。

写真-1 の補強土壁は、熊本地震により震度5強を経験し、震央より約50kmの範囲に位置する。補強土壁は、壁高9m程度、両面盛土形状であり軟弱地盤上に構築されている。

図-6 は光ファイバーの計測結果を断面図にプロットしたものと健全性の指標を示したものである。光ファイバーは高さ方向に上段、中段、下段に設置した。計測結果は、供用時、震災前及び震災後のひずみ分布を示している。震災後の計測結果においてひずみ分布が乱れている箇所が一部で確認できるが、概ね全ての箇所で供用時及び震災前に計測した結果と同様な分布形状を示していることが確認できる。ひずみの最

大値は1.25%であり、補強材の破断ひずみ3.0%程度に対して十分に安全領域の範疇であることが確認できる。

写真-2 の補強土壁は、2014年に発生した広島豪雨(日最大降水量224mm)を経験し、壁高9m、嵩上げ盛土高さ約30mの高盛土形状である。

図-7 は光ファイバーの計測結果を断面図にプロットしたものと健全性の指標を示したものである。光ファイバーは高さ方向に上段、中段、下段に設置した。計測結果は、竣工時、完成2年後及び完成9年後(広島豪雨災害後)のひずみ分布を示している。ひずみの最大値は若干増加傾向を示しているが、1.2%程度であり安全領域の範疇であることが確認できる。また、ひずみの分布形状は、広島豪雨災害の前後で大きな変化はなく、豪雨の作用による補強土壁の劣化は殆ど生じていないと推測できる。



写真-1 補強土壁の外観

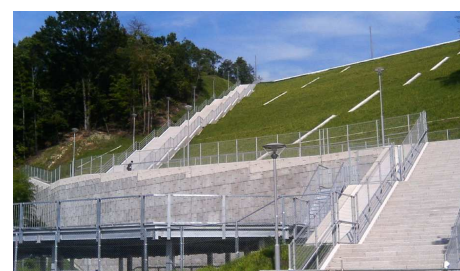


写真-2 補強土壁の外観

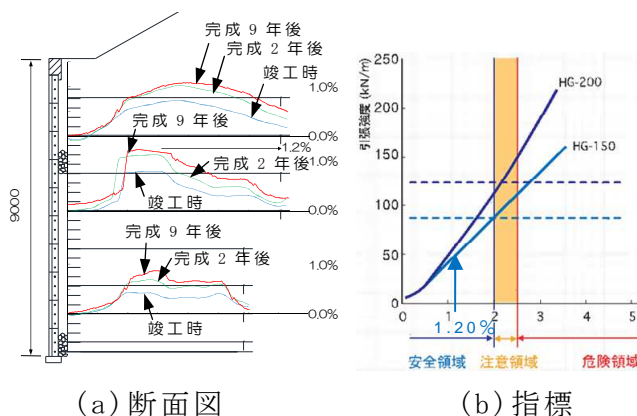


図-7 計測結果

#### 4 措置

診断において措置が必要であると判定された補強土壁は、措置の段階へと移行する。措置の方法は、多種多様であることから現場の状態や変状要因等に対応した方法を選定する必要がある。ここでは、二重壁を特徴とする補強土壁において、補強土壁自身（盛土体）は健全と判定され、壁面材に損傷が生じている場合における壁面材の部分的な措置方法について示す。部分補修の方法を図-8 に示す。壁面パネルの背面には排水層である単粒度碎石が充填されているため、補修時には、単粒度碎石の漏出対策として発泡ウレタンにより単粒度碎石を固化させた後に壁面パネルを撤去し、現場打ちコンクリートで再構築する。部分的な補修により安価に措置が講じることができる。

#### 5 終わりに

本報は、補強土壁の維持管理を具現化する手法の一つとして提案したものである。点検では MEMS センサーを、詳細調査では補強材の状態を把握できる光ファイバーの活用が、今後、補強土壁のメンテナンスサイクルを履行する上で有効な手法であると考えられる。

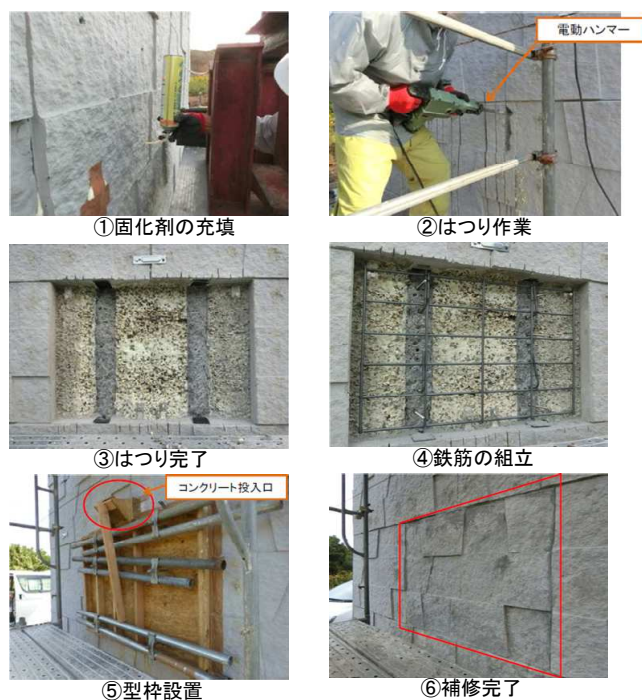


図-8 部分補修事例

#### 参考文献

- 1) 社会資本整備審議会道路分科会道路メンテナンス技術小委員会：中間とりまとめ参考資料，2013.
- 2) 国立研究開発法人土木研究所：補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究報告書，2016.
- 3) 久保哲也・藤田智弘・宮武裕昭・宮田喜壽：走行車両による写真測量を用いた補強土壁の壁面形状計測技術，第49回地盤工学研究発表会，2014.
- 4) 久保哲也・藤田智弘・宮武裕昭・宮田喜壽：補強土壁の維持管理手法に向けた実大模型実験（その2），第69回土木学会全国大会，2014.
- 5) 久保哲也・藤田智弘・宮武裕昭・志村直紀・宮田喜壽：補強土壁の補強材破断に関する維持管理手法開発に向けた実大模型実験（その1），第50回地盤工学研究発表会，2015.