

開通後 5 年経過した補強土壁の効率的な点検・高度な診断

中日本高速道路株式会社 正会員 米倉 圭介
同上 ○稲垣 太浩
前田工織株式会社 正社員 辻 慎一郎

1. はじめに

表 1 盛土材料の物性

これまで補強土壁は、抗土圧構造物として合理性が評価され数多く施工してきた¹⁾。その一方で、変状事例も数多く発生し、その教訓や課題が示されている^{2) 3)}。筆者らは、真摯に過去の変状を議論し現行の基準類を補完した補強土壁を構築した。その補完した具体的な内容を以下に示す。①大型転圧機で締固め可能な二重壁構造を持つジオテキスタイル補強土壁(以下「二重壁補強土壁」と略す)の採用。②「裏込め A」⁴⁾相当の良質な盛土材料の使用。③補強領域の盛土品質管理基準は E 法による締固め度 95%以上(RI 計測管理 97%以上)とした。さらに、④維持管理段階で効率的な点検が可能で、高度な健全性診断ができる光ファイバーセンサーを内蔵したジオテキスタイル⁵⁾(「光センサー」と略す)を用いた。本文は、このようなコンセプトで構築した開通後 5 年経過した二重壁補強土壁の健全性を評価した。さらに、光センサーは、耐久性にも優れ、維持管理段階での点検業務の効率化と高度化が期待できることがわかったので報告する。

土の分類		砂質礫
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.646
自然含水比 (%)		2.9
粒度分布	礫分 (%)	73.6
	砂分 (%)	22.6
	シルト分 (%)	3.8
	粘土分 (%)	
最大乾燥密度 (g/cm ³)		2.046
最適含水比 (%)		7.1

2. 補強土壁の概要と諸元

二重壁補強土壁は、舞鶴若狭自動車道の福井県若狭町に位置する 2014 年 7 月に開通した若狭三方 IC にある。その概要と諸元を以下に示す。二重壁補強土壁に使用した裏込め材料は、表 1 に示す物性を有する裏込め A 相当の圧縮性が小さい良質材である⁶⁾。補強領域の盛土品質管理基準は E 法による締固め度 95%以上とした。これらにより、盛立て時の圧縮沈下を極力抑え、盛立て後も残留圧縮沈下による圧縮ひずみが 1%を超えない構造を目指した。



写真 1 補強土壁の変状

3. 補強土壁の健全性評価の概要

既往の補強土壁の点検・診断は、点検員による目視で診断するのが主体である。詳細調査段階で、壁面材に測点を設け変位を計測する程度である。例えば写真 1 のような壁面材の一部が前に飛び出す変形を計測できても内部の補強材の状態を知ることはできない。写真 2 のように開削して観て、補強材は破断まで達していないが、大きくたわみ、終局状態であることがわかる。実務では、開削せず構造物の良否を診断したい。それには、補強材の力学状態を定量的に知る必要がある。そこで、図 1 に示す光センサーを用いて、施工～維持管理段階まで土中に敷設されたジオテキスタイルのひずみを計測することで補強材の力学状態を求めるシステム⁵⁾を採用した。



写真 2 開削した補強材の状況

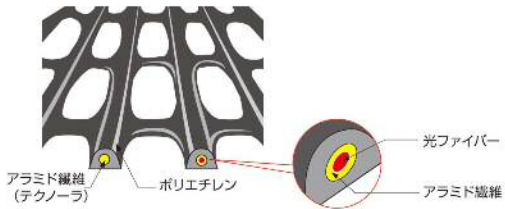


図 1 光センサーの構造模式図

キーワード 補強土壁, 点検, 維持管理,

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区 3 丁目 住友銀行名古屋支店ビル 中日本高速道路株式会社 TEL 052-222-1416

4. 光センサー計測の結果

図2に示すように二重壁補強土壁は、高さ7.8mの上に7.0mの盛土を構築した。補強材は、製品基準強度の違う材料を天端部 $T=76\text{kN/m}$ 、中間部 $T=93\text{kN/m}$ 、底部 $T=139\text{kN/m}$ の3つに分け配置した。光センサーは、各部に1箇所、計3箇所設置した。併せて盛土の圧縮沈下を求めるため沈下板も設置した⁶⁾。

図3は、光センサーで計測した補強材のひずみの結果である。図中には補強土壁完成時の2012年12月、それから2年経過した開通直前2014年2月と、さらに開通から5年経過した2019年8月の値を重ねて示した。裏込め部の施工は、10t級の振動ローラで密実に締固めた結果、RIで計測したE法の締固め度の平均値は97.6%であった。それにより裏込め盛土の圧縮ひずみは0.2%と小さな値となり、⁶⁾図3に示す盛土完成時の補強材のひずみも小さな値に抑えることができた。このように良質材を使用し、大きなエネルギーで密実に締固め、裏込め部(補強領域)の盛土圧縮を小さくすれば補強材のひずみも抑えられることがわかった。また、光センサーで計測した補強材のひずみは、仕上がった裏込め部の盛土性能を評価でき、盛土の品質性能基準として活用が期待できる。図3に示す開通から5年経過する間の補強材のひずみは、時間の経過とともに天端部と中間部の全域でわずかに増加している。これは、補強材のクリープによるものと盛土の残留圧縮沈下によるものと2つが考えられる。図4に補強材HG150で製品基準強度 $T=139\text{kN/m}$ の引張試験から求めた引張強度とひずみの関係を示した。図中にプロットした計測した最大のひずみの値0.36%から読み取った補強材の引張強度は、約 11kN/mm^2 となった。この値は、設計引張強度 $TA:90\text{kN/m}$ より小さく余裕があり、十分な安全性を有し健全であると診断できた。

5. まとめ

光センサーによる補強材のひずみ計測の結果、開通後5年経過した二重壁補強土壁は、補強材の発生ひずみは小さく十分な安全性を有し健全であった。また、光センサーは、施工～維持管理段階まで効率的な品質管理・点検が可能で、高度な診断ができることがわかった。今後、ICTを活用し自動計測すれば省人化も期待できる。さらに、光センサーのひずみ計測値は、補強土壁裏込め盛土の品質を評価できることがわかった。例えば施工後の最終検査基準に「補強材のひずみは1%以内となるように裏込め盛土を施工すること」など性能を規定する補強土壁の基準化を目指したい。

6. 参考文献 1)IGS 日本支部:ジオテキ・ル技術委員会第VIステージ報告書,2016.2)中村洋丈他:ジオグリッド補強土壁の降雨に伴う変状事例分析,ジオシン・クス論文集,Vol28, pp295-302, 2013.3)澁谷啓:補強土壁の変状事例から学んだ教訓と課題,地盤工学会誌, pp1-3,Vol.67,No.742/743,2019.11/12.4)東中西高速道路:土工施工管理要領,II盛土工.p2-7.2019.5)辻慎一朗他:二重壁構造を・健全性,ジオシンセティックス論文集,Vol31,pp17-22, 2016.6)辻慎一朗他:光ファイバーセンサーを用いた・健全性評価,第46回地盤工学研究発表会,pp217-218,2011.

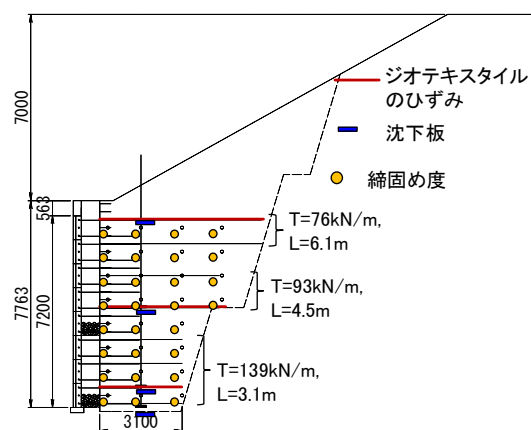


図2 光センサー等の計測位置図

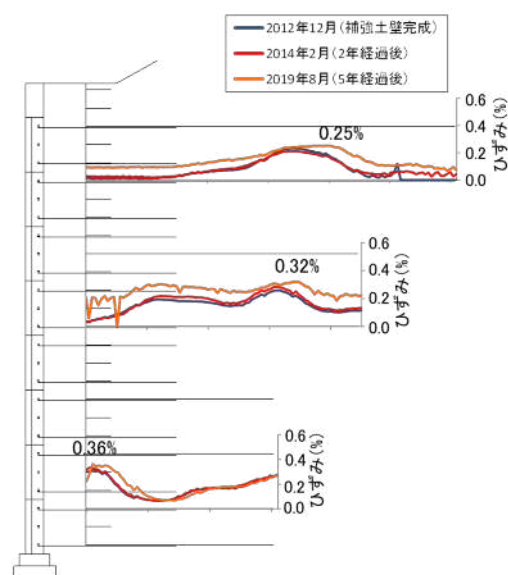


図3 光センサーで計測した補強材のひずみ

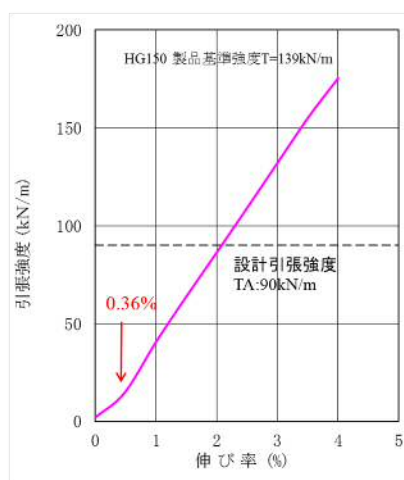


図4 補強材の引張強度とひずみ