

委員会報告

ジオグリッド補強土壁のライフサイクル評価法

ジオテキスタイル技術委員会 第IVステージ

委員長 宮田 喜壽

1. はじめに

近年、維持管理の時代を見据え、構造物の建設コストを原材料の製造から廃棄の段階までをトータルして算定する LCC (ライフサイクルコスト) の考えが広まりをみせている。ジオグリッド補強土壁に関しては、高規格の補強材、ジオテキスタイル排水材や地盤改良との併用技術、新しい材料試験・性能評価法に関する技術開発が既に進められている。LCC はこれらの技術の有利性を説明するのに非常に適している。そこでジオテキスタイル技術委員会第IVステージ (平成 19～21 年度) では、ジオグリッド補強土壁を対象に「LCC (ライフサイクルコスト) に関する検討」として活動した。具体的には、ジオグリッド補強土壁の LCC の算定法を確立するに、1) 建設時、破壊が生じた後の復旧時のコスト算定、2) 地震や降雨による破壊確率の計算法、3) ジオグリッドの材料特性の経年変化のモデル化の3つの課題に対して WG を構成し、それぞれの WG で得られた成果をとりまとめた。その成果は、平成 22 年 4 月 23 日に研究コロキウムを開催し公表させていただいた。本稿では活動の概要を改めて示させていただく。

2. 委員会の構成

委員会の構成は表-1 に示すとおりである。

3. 成果の概要

本委員会の活動のモチベーションは、図-1 に示すような Yamanouchi¹⁾や Koerner et al.²⁾が示したジオグリッド補強土壁の初期建設費の優位性を示す図の縦軸を LCC に変えることと、その LCC をより客観的にだれもが算出できるようにすることであった。LCC の算出法には種々の方法があるが、本委員会では、以下の式で算出する方法について検討した。

$$LCC = \text{初期建設費} + \text{維持管理費} + \text{地震災害復旧リスク} \quad (1)$$

表-1 ジオテキスタイル技術委員会第IVステージ (平成 19～21 年度) 委員名簿

| | |
|------------------------|--------------------------|
| 委員長 宮田喜壽 (防衛大学校) | |
| 幹事 弘中淳市 (三井化学産資) | WG1(経済性)主査 小浪岳治 (岡三リビック) |
| WG2(信頼性)主査 篠田昌弘 (鉄道総研) | WG3(材料)主査 竜田尚希 (前田工織) |
| 委員 | |
| 大野孝二 (飛島建設) | 石塚真記子 (複合技術研究所) |
| 金子智之 (復建調査設計) | 澤松俊寿 (土木研究所) |
| 原健二 (太陽工業) | 原隆史 (岐阜大学) |
| 檜尾正也 (岐阜大学) | 米澤豊司 (鉄道建設・運輸施設整備支援機構) |

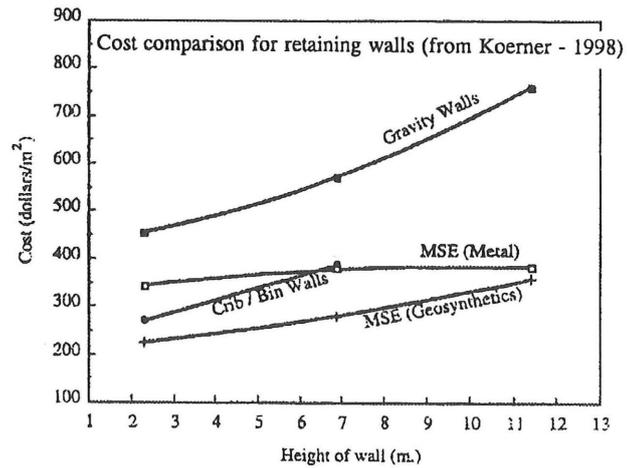
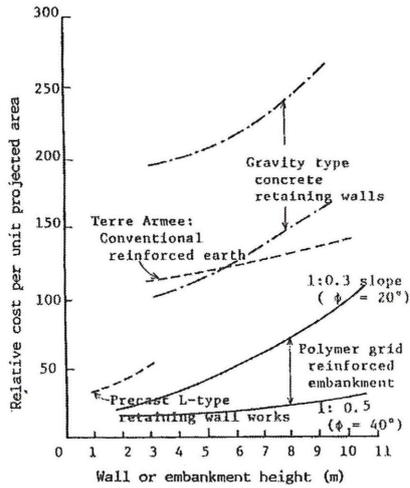
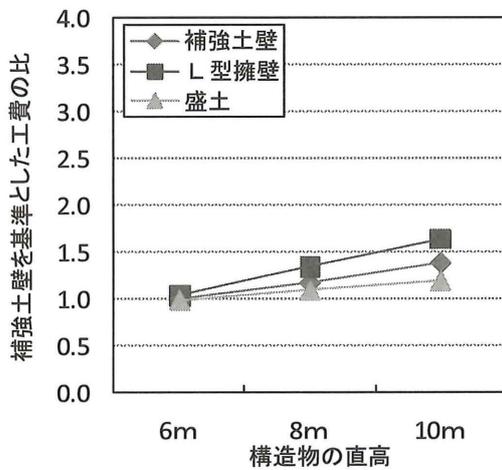


Fig.11 Relationship between wall height and unit cost per slope area in Japan

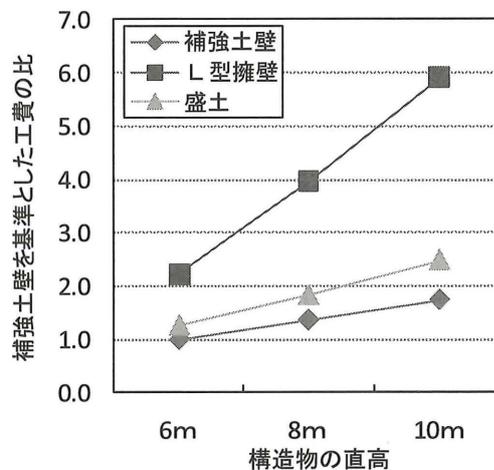
(a) Yamanouchi (1992)

(b) Koerner et al. (1998)

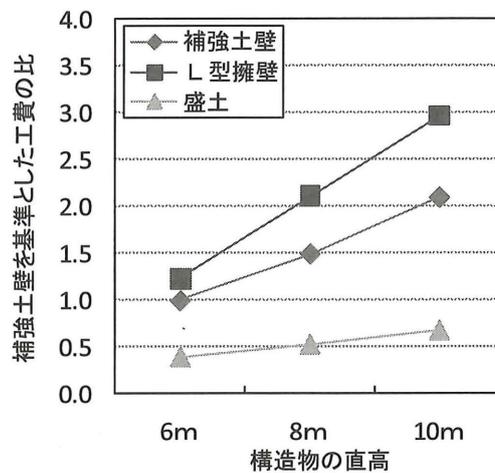
図-1 既往の研究におけるジオグリッド補強土壁のコスト・アドバンテージの例



(a) 初期建設費



(b) 解体・撤去費



(c) 再構築費

図-2 標準的コスト算定法による3種類の費用項目の算定結果³⁾

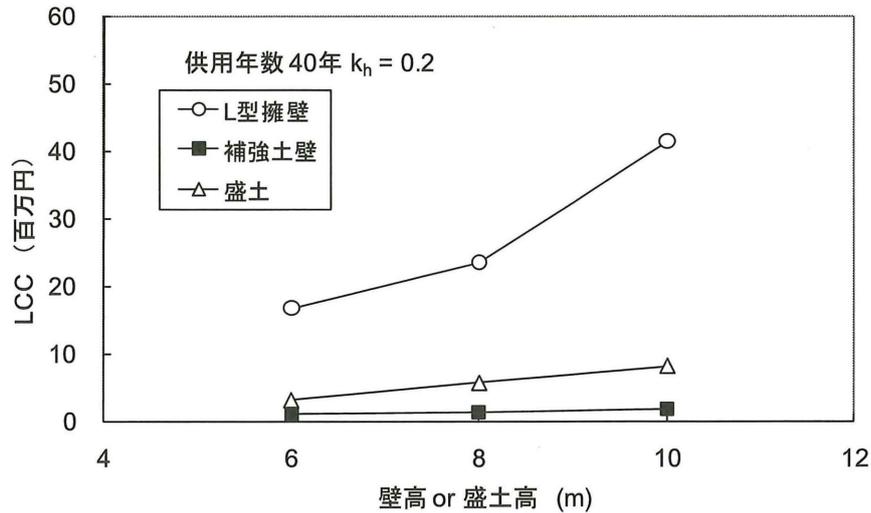


図-3 ジオグリッド補強土壁，L型擁壁，盛土のLCCの比較⁴⁾

上式において、地震災害復旧リスクについては、地震時破壊確率 × 災害復旧費で算出することとした。各種費用は構造物の種類によって算出根拠が異なる。本委員会では、ジオグリッド補強土壁を道路盛土に適用する場合を想定し、それらの標準的コストの算出法を確立した³⁾。図-2は、災害復旧費 = 解体撤去費 + 再構築費と考え、LCCを計算するために必要な3種類の費用を、ジオグリッド補強土壁、L型擁壁、盛土について比較した結果である。これに、構造物の冗長性の程度を考慮できる信頼性解析法で地震時破壊確率を計算し、3種類の構造物のLCCを比較した結果を図-3に示す⁴⁾。ジオグリッド補強土壁の他の構造形式に対する有意性を明らかにすることができた。この応用として、地震時の永久変形解析と組み合わせたLCC解析も可能である⁵⁾。LCCの算出結果は想定する条件によって大きく変化する。本文に掲載したLCCの算出根拠や仮定の詳細は、本委員会の報告書や参考文献^{3)~5)}を参照されたい。本委員会で確立したLCCの算定法には当然改善点はあるが、まずは第1歩として当初の目的は達成できたと考えている。

4. 報告書の概要

委員会の成果をトータル141ページの報告書にまとめた。その目次を表-2に示す。1章では上述のように本検討の背景を述べた。2章では、土木、建築、農水分野におけるLCCのとりくみを簡単に紹介した。3章では、LCCの評価には構造物の耐久性の評価が重要になることをふまえ、ジオグリッドの長期クリープ特性の評価法について、ISOを含む国内外の試験法の現状についての調査結果を示した。4章では、ジオグリッド補強土壁の経済性の評価として、道路事業費について条件を設定し、ジオグリッド補強土壁、L型擁壁、無補強盛土の経済性比較を行った結果を示した。5章では、ジオグリッド補強土壁の性能評価として、無補強盛土とジオグリッド補強土壁の地震被災事例について整理した結果を示している。さらに、無補強盛土、L型擁壁、ジオグリッド補強土壁の信頼性の評価を示している。6章では、4章で検討した道路事業費と、5章で検討した破壊確率を用いてジオグリッド補強土壁、L型擁壁、無補強盛土のLCCを算定し、比較した結果を示している。7章では、ジオグリッド補強土壁のLCC算定における今後の課題について述べている。8章はまとめである。

表-2 ジオテキスタイル技術委員会第IVステージ（平成19～21年度）報告書目次

| | |
|-------|---|
| 1. | はじめに |
| 2. | LCCに関する既往の研究 |
| 3. | ジオグリッドの長期材料特性の評価法 |
| 3.1 | はじめに |
| 3.2 | 長期材料特性の評価法 |
| 3.2.1 | 国内の方法 |
| 3.2.2 | 海外の方法 |
| 3.3 | 促進クリープ試験 |
| 3.3.1 | 促進クリープ試験の特性 |
| 3.3.2 | ASTM規格のSIM (Stepped Isothermal Method) 試験 |
| 4. | ジオグリッド補強土壁の経済性の評価 |
| 4.1 | はじめに |
| 4.2 | 道路事業費 |
| 4.2.1 | 初期建設費 |
| 4.2.2 | 道路面の維持管理費 |
| 4.2.3 | 災害復旧費 |
| 4.3 | L型擁壁、無補強盛土との経済性比較 |
| 4.3.1 | 経済性の比較条件 |
| 4.3.2 | 経済性の比較結果 |
| 5. | ジオグリッド補強土壁の性能評価法 |
| 5.1 | はじめに |
| 5.2 | 盛土・補強土壁の地震被災事例 |
| 5.3 | 冗長性を考慮した補強土壁の信頼性解析法 |
| 5.3.1 | 信頼性解析の概要 |
| 5.3.2 | 無補強盛土の信頼性 |
| 5.3.3 | L型擁壁の信頼性 |
| 5.3.4 | 冗長性を考慮した補強土壁の信頼性解析法 |
| 6. | ジオグリッド補強土壁のライフサイクルコストの評価法 |
| 6.1 | はじめに |
| 6.2 | ライフサイクルコストの評価の基本的考え方 |
| 6.3 | ライフサイクルコストの算定結果 |
| 7. | 今後の課題 |
| 8. | おわりに |

本報告書に興味のあるIGS会員は、宮田 (miyamiya@nda.ac.jp) までご連絡をいただきたい。
PDF ファイルをメールで送付させていただきます。

本委員会の次のステージでは現在、ジオグリッド補強土壁のLCCO₂の評価法について検討を行っている。ジオシンセティックス技術のあらゆる面での優位性、改善すべき点の検討に有益な技術資料をえるべく活動中である。活動に興味のある会員の皆さんの参加を期待しています。

参考文献

- 1) Yamanouchi, H.: Special lecture/ Historical review of geotextiles for reinforced earth work in Asia, Proc. of 2nd International Symposium on Earth Reinforcement, vol.2, pp.737-751, 1993.
- 2) Koerner J., Soong, T-Y, and Koerner, R.M.: Retaining Wall Costs in the USA, GRI Report No.20, Geosynthetic Institute, 38 pages, 1998.
- 3) 大野孝二, 宮田喜壽, 小浪岳治, 弘中淳市, 金子智之: ジオグリッド補強土壁のライフサイクルコスト算定を目的とした初期建設・維持管理・災害復旧費の標準的算定法, ジオシンセティックス論文集 (投稿中), 2010.
- 4) 宮田喜壽, 篠田昌弘, 小浪岳治, 大野孝二, 米澤豊司, 弘中淳市: ジオグリッド補強土壁のライフサイクルコストの算定法, ジオシンセティックス論文集 (投稿中), 2010.
- 5) 篠田昌弘, 宮田喜壽, 米澤豊司, 弘中淳市: 無補強盛土と補強盛土のレベルII地震時ライフサイクルコストの算定, ジオシンセティックス論文集 (投稿中), 2010.