

補強土擁壁の解析と設計

Reinforced earth retaining wall analysis and design

by J.T. Laba and J.B. Kennedy

Canadian Geotechnical Journal, National Research

Council Canada, Vol. 23, No. 3, pp. 317~326, August 1986.

本文献は、垂直な壁面をもち、高い引張り強度を有する補強材を裏込め内に配した土留め構造物（補強土擁壁とよぶ）を対象に、新たな設計法の提案を行ったものである。本文献では特に、補強土擁壁の裏込め上に帯状荷重が作用する問題を取り上げ、そのときに補強材に生じる最大引張り力の算定法について論じている。著者らは模型の補強土擁壁を用いて鉛直荷重および水平荷重の載荷実験を行い、補強材に生じる引張り力および変形の計測を行うとともに、その結果に対して理論的な考察を加え、簡便な設計法の提案に結び付けている。著者らが提案している設計法の特徴は、補強材に生じる引張り力が載荷重の大きさや位置によって盛土の上層部から下層部に向けて転移する（応力が再配分される）という考え方を導入している点である。この考え方が本論文の骨子となっており、補強土擁壁の研究・設計に携わっている者にとって興味深い内容である。また、著者らが提案している設計法はかなり簡便なものであるにもかかわらず、設計計算値と実験での計測値とはよく合致しており、実務への適用に向けて今後の検討に値するものと思われる。ただし、この研究では小規模な模型実験による検討にとどまっているため、今後の検討にあたっては実物大規模での検証が必要であろう。以下、本文献内容を示す。

1. はじめに

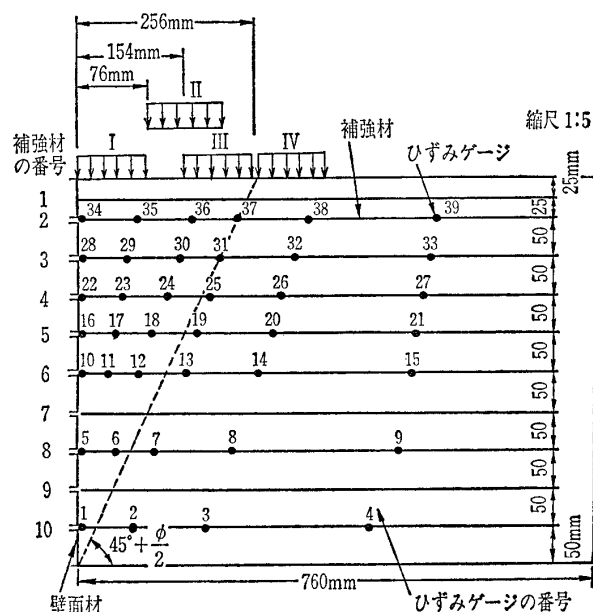
補強土擁壁の安定性には、外的安定と内的安定の2種類があり、後者には引張り力が補強材の引張り強度を超えることによる破壊と補強材の引抜けによる破壊が含まれる。本論文では、内的安定の問題を取り上げる。

2. 背景

これまでに行われてきた実験的研究について簡単に述べている。さらに、現状の設計法ではこれらの実験結果を十分に説明できないことを指摘し、より実際的な設計法の開発が必要なことを述べている。

3. 模型実験

幅 556 mm, 長さ 760 mm, 高さ 525 mm の土槽内で行った載荷実験の方法について述べられている。実験概要を図一1に示す。試料土として砂が用いられ、補強材には厚さ 0.025 mm, 幅 25 mm, 長さ 665 mm の帯鋼が用いられ



図一1 実験概要

ている。補強材は鉛直方向に10段、水平方向に3本配置されている。

上載荷重の載荷位置は図中のI~IVである。鉛直方向の帯状荷重のほかに水平方向（壁面に向かう方向とその逆方向）の載荷も行われた。

4. 理論的考察

4.1 鉛直荷重が作用する場合の考察

鉛直方向の上載荷重によって補強材に生じる最大引張り力 $T_{\max}$ は(1)式で求められる。

$$T_{\max} = \sigma_H(M)(\Delta h)(\Delta s) \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 σ_H : 上載荷重によって壁面上に生じる水平土圧（弾性論より）、 M : 補正係数（1.0~1.4）、 Δh : 補強材の鉛直方向の間隔、 Δs : 補強材の水平方向の間隔、である。

一方、補強材の引抜き抵抗力を F_t 、主動土圧を P_a とすると、上載荷重による水平土圧に抵抗するために発揮しうる正味の摩擦抵抗力 F_n は、

$$F_n = F_t - P_a \dots \dots \dots (2)$$

として求められる。また、補強材の降伏荷重を F_y とすると、上載荷重による水平土圧に抵抗するために発揮しうる正味の引張り力 F_y' は、次式で求められる。

$$F_y' = F_y - P_a \dots \dots \dots (3)$$

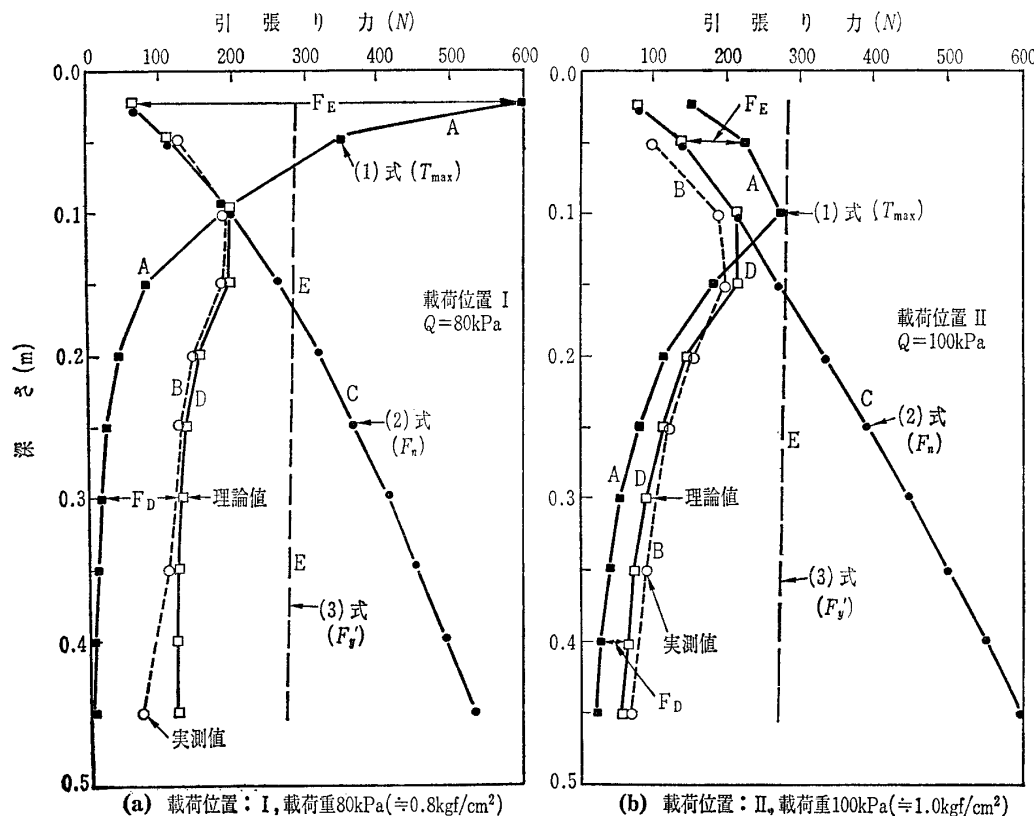


図-2 補強材の引張り力

4.2 鉛直荷重と水平荷重が同時に作用する場合の考察

水平荷重が加わるについても同様の考察がなされている。

5. 結果

5.1 鉛直荷重が作用する場合

図-2 は実験での計測値および理論値を示したものである。曲線 A は(1)式で求められる $T_{\max}$, 曲線 B は実験で計測された補強材の引張り力, 曲線 C は(2)式で求められる F_n , 曲線 D は後述する設計法によって計算される補強材の引張り力, 曲線 E は(3)式で計算される F_y' を表している。この図から次のことが分かる。

- 1) 曲線 A と曲線 B を比較すると、盛土の上層部において $T_{\max}$ は実測値より大きく、下層部では逆転する。
- 2) 曲線 C と曲線 E を比較すると、盛土の上層部において F_n は F_y' より小さく、下層部では逆転する。
- 3) 盛土上層部では $T_{\max}$ は F_n よりもかなり大きいことから、補強土擁壁が内部的に安定であるためには、引張り力の超過分は盛土下層部に移らなければならない。すなわち、上載荷重によって引張り力の再配分が生じる。盛土上層部において応力緩和が生じることは、実験時に上層部の変形が大きいことから推測される。

5.2 設計法の提案

引張り力の再配分を考慮した設計法は、 $T_{\max}$ が F_n や F_y' よりも大きい場合に適用される。設計計算の手順は以下のとおりである。

- ① (1)式を用いて $T_{\max}$ を計算する。
- ② (2)(3)式を用いて F_n , F_y' を計算する。

- ③ 超過力 F_E を次式で求める。

$$F_E = T_{\max} - F_n \cdots (4)$$

- ④ 超過力の総和 F_{ET} を求める。

$$F_{ET} = (F_E)_1 + (F_E)_2 + \cdots + (F_E)_n \cdots (5)$$

ここに、 n は $T_{\max} > F_n$ となる補強材の段数である。

- ⑤ F_{ET} が曲線 A と曲線 C の交点より下方の補強材に均等に転移するものとし、このときに付加される引張り力 F_D を次式で求める。

$$F_D = F_{ET} / k \cdots (6)$$

ここに、 k は曲線 A と曲線 C との交点より下方の補強材の段数である。

- ⑥ 交点より上での引張り力は F_n として求まる。また、交点より下での引張り力は $T_{\max} + F_D$ として求まる。ただし、後者の場合は

$$T_{\max} + F_D \leq F_n \text{ かつ } < F_y' \cdots (7)$$

となることが必要である。

以上に示した方法で求めたのが図-2 の曲線 D であり、実測値を示す曲線とよく一致していることが分かる。同様の結果は、異なる載荷位置での実験でも確かめられた。

なお、載荷重を徐々に増加させていくと、引張り力が F_n に達した補強材が引き抜けて壁面に変位が生じ、これと同時に下層部の補強材の引張り力が増加するという「引張り力の再配分」が観察された。

5.3 鉛直荷重と水平荷重が同時に作用する場合の設計法の提案

- 1) 壁面方向に水平荷重が作用するとき

$T_{\max}$ の計算の際に水平荷重の成分を付加することによって、鉛直荷重のみの場合と同様の手順で設計計算ができる。この場合も設計値と実測値はよく一致しており、設計法が妥当であるといえる。

- 2) 壁面と逆方向に水平荷重が作用するとき

鉛直荷重のみが作用するとして設計すれば、安全側の設計となる。

6. まとめと結論

「引張り力の再配分」という考え方をを用いて、上載荷重が作用するときの補強土擁壁の簡便な設計法が提案できたことをまとめとして述べている。

(抄録者：見波 潔 建設省土木研究所)

(原稿受理 1987.10.2)