

Ⅲ-B340

補強土壁工法における薄型壁面の強度安全性

建設企画コンサルタント	正会員	西 剛整
日本道路公団試験研究所	正会員	川井 洋二
日本道路公団高知工事事務所	正会員	今吉 英明

1. はじめに

平成9年度より、日本道路公団では補強土壁工法の内、テールメ工法と多数アンカー式補強土壁工法について、薄型の壁面を採用している。これにより、これらの工法の施工単価は約2割減少し、今後の補強土壁工法の適用量増加が予測される。

さて、補強土壁工法における壁面は、例えばテールメ工法では、その工法マニュアル¹⁾に示されるように"盛土材のこぼれ出し防止"および"地震時における盛土材の拘束"を主目的とし、マニュアル上では特にその強度特性についての言及はされていない。一方、龍岡らが示すように²⁾、補強土壁工法の安定は、補強材に発生する摩擦力と壁面の土圧に対する支えにより保たれるものとも考え得る。したがって、マニュアルに示されていないとはいえ、壁面の強度特性に関する検討は薄型壁面導入に際して最も重要であると言える。このような観点に基づき、筆者らは既に薄型壁面に対する強度試験を実施し、設計上で考えられる限界強度を実験強度が上回ることや、補強材と壁面の接続部の強度についても設計で考慮されるものに対して十分な強度を有していることなどを報告した³⁾。ただし、ここでの設計上の考え方では、壁面を補強材接続部を支点とした単純梁と仮定し、それに考えられる土圧を等分布に作用させて断面力を評価する方法が一般的である。しかしながら実際には補強材と壁面の接続は点的なものであり(例えばテールメ工法におけるコネクティブストリップ)、上記の単純梁によるこの二次元的な強度評価の妥当性を検証する必要がある。そこで、ここでは、壁面に対する三次元有限要素法解析を実施し、単純梁による断面力との比較からその妥当性を評価した。

2. 解析モデルと断面力評価方法

図-1に解析モデルの一例として、テールメ工法における薄型のスキンの解析モデルを示す。このようにここでは壁面の三次元モデル化を行い、その断面力を求めることとした。解析コードは"COSMOS"である。なお、解析では三次元ソリッド要素として部材を評価したが、これでは断面力は直接得られない。よって、要素応力を断面の図心軸回りに積分して断面力を求めることとした。例えば曲げモーメントは式(1)で求める。

$$M = \sum \sigma_i \cdot h_i \cdot t_i \cdot l_i \quad \text{----- (1)}$$

ここに、M: 部材の曲げモーメント、 σ_i : 要素iの引張りまたは圧縮応力度、 h_i : 要素iの高さ、 t_i : 要素iの厚さ、 l_i : 断面図心から要素iの図心までの距離である(それぞれ図-2参照)。

なお、解析ケースとしては、まず図-3に示すような二次元的条件で壁面に集中荷重を載荷した条件での予備解析を実施し、その後点で支持された壁面に等分布荷重を載荷した条件(現地条件に相当)での解析を実施した。

3. 解析結果

図-3に示すテールメ工法壁面(スキン)に対する、二次元的な条件での解析結果として、曲げモーメント図を図-4

キーワード: 補強土壁工法、薄型壁面、三次元FEM解析

連絡先: 東京都新宿区大久保 2-1-9 第8松田ビル (株) 建設企画コンサルタント

東京都町田市忠生 1-4-1

高知県高知市北久保 17-1

日本道路公団試験研究所

日本道路公団高知工事事務所

Tel 03-3202-8122

Tel 0427-91-1621

Tel 0888-83-8648

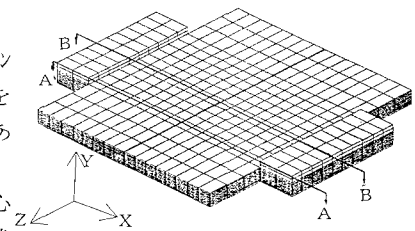


図-1 解析モデルの一例
(テールアルメ薄型スキン)

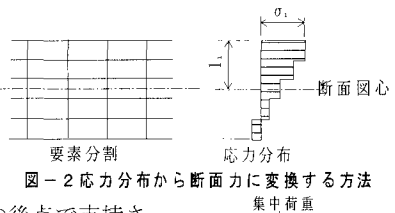


図-2 応力分布から断面力に変換する方法



図-3 予備解析条件

に示す。ここでの壁面材（スキン）はその厚さにより、従来のもの（ $=18\text{cm}$ ）と薄型（ $=10\text{cm}$ ）の2種類である。ここで、三次元FEM解析の結果は先の(1)式に基づき整理したが、単純梁で与えられる二次元条件の解析結果とやや異なる結果となっていることがわかる。上記(1)式に基づけば、要素分割の程度によって多少の誤差が生じるものと考えられるが、ここでは、単純梁による計算結果が真値であると考え、その補正を行うこととした。

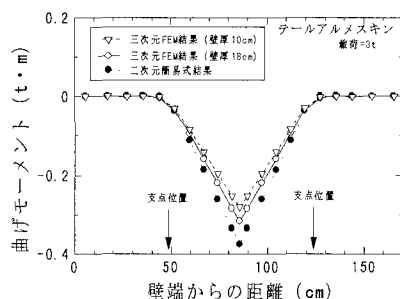


図-4 予備解析における断面力の比較

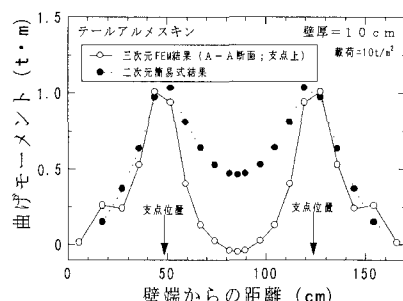


図-5 三次元解析結果と単純はり解析結果の比較（等分布荷重載荷時）

図-5はテールメススキンに対しての等分布荷重載荷時の曲げモーメント図を示したものである。この図から、最大曲げモーメントについて見れば単純梁として簡易に計算した結果と三次元解析の結果では大差のないことがわかる。ただし、三次元解析では要素の応力から断面力を算出しており、最も発生曲げモーメントが大きくなると考えられる支点上は各要素の交点（節点）上にあるため発生断面力は求められていない。図-5でわかるように、支点の周囲から支点位置近傍までの曲げモーメントの増加割合は単純梁のものよりも三次元解析結果の方が大きく、したがって最大曲げモーメントだけを比較すると三次元解析結果の方が大きくなるものと考えられる。しかしながら、この最大曲げモーメントは支点直上付近の極めて局所的な位置にのみ発生するものであり、この最大曲げモーメントによって壁材を設計するのは合理的ではない。

図-6には、テールメスキンの中央部（図-1におけるB-B断面）に対する三次元解析に基づく曲げモーメントと支点上での曲げモーメントの比較を示した。支点位置に比較してスキン中央部の発生曲げモーメントは小さいものとなっている。先の図-5においても支点上をはずれると曲げモーメントは急激な低下を示しており、単純梁解析で得られる曲げモーメントを上回る値が算出される位置は局所的なものであることがわかる。通常、設計では、壁面1枚当たりの全発生断面力

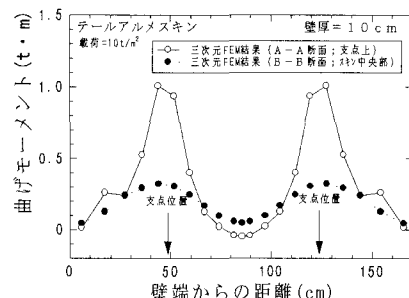


図-6 検討位置毎の断面力の差

に対して配筋条件を決定する。図-5、図-6の結果から、局所的にはかなり高い断面力となるが、壁面の奥行き方向（図-1におけるZ方向）に平均した場合の壁面1枚当たりの全断面力は二次元の単純梁で計算した結果に比較してかなり低い値となることが予想される。したがって、現行の単純梁の理論で設計されていれば、その安全性に特に問題はないものと思われる。

図-7には多数アンカー式補強土壁工法の壁面材についての解析結果を示した。多数アンカー式補強土壁工法の薄型壁面は最小厚さが7cmである。この図から、単純梁の条件で求めた曲げモーメントと三次元解析の結果は大差のないことがわかるが、この場合においてもテールメススキンと同様の理由により、二次元の単純梁を考慮した設計がなされていれば特に問題はないものと考えられる。

<参考文献>

- 1) 補強土（テールメス）壁工法設計・施工マニュアル改訂版：（財）土木研究センター，1990
- 2) 龍岡，内村，古閑，館山：ジオンセティックス補強土擁壁工法の特徴・将来展望；基礎工 Vol.24, No.12, 1996
- 3) 川井，殿垣内：補強土壁工法における新しい薄型壁面の提案；第32回地盤工学研究発表会講演集，1997