

III-B 338

異方性を考慮した連続長繊維混入土斜面の安定解析

東京工業大学

(株)長大（元東京理科大学）

前田建設工業(株)（元東京理科大学）

日特建設(株)

正会員 桑野 二郎

正会員 ○今成 達郎

正会員 中島 秀樹

菊地 洋司 堀江 直樹

1. はじめに

連続した繊維を土中に混入してせん断強度の増加を図る連続長繊維混入土工法は、繊維を土中に3次元的にかき混ぜたようなものになると言われているが、実際には砂と繊維を同時に吹き付けそれらを混合堆積させていくため、繊維の打設方向が一定となり堆積層をイメージしたようなものになる。そのため連続長繊維混入土は変形強度特性に強い異方性を示すことが知られている。ここで図-1のように繊維の打設方向と水平面のなす角を打設角 α と定義し、この打設角を変化させて一面せん断試験を行うと図-2に示すような、打設角 $\alpha=90^\circ$ つまり繊維が破壊面に対して垂直に混入されたとき最もせん断強度は増加し、逆に打設角 $\alpha=0^\circ$ はほとんど強度の増加は見られないという強度異方性を示した²⁾。そこで本研究では、このような異方性を考慮したより有効な連続長繊維混入土の使用法を検討するため、異方性の影響を取り入れた連続長繊維混入土斜面の安定解析を行った。

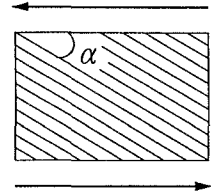


図-1 打設角の定義

2. 解析方法

解析にはヒョップ法を用い、図-3に示す高さ10mの連続長繊維混入土擁壁を持つ補強盛土を対象とした。すべり線は円弧とし、連続長繊維混入土による補強効果を調べるため、必ず補強土部分を通るものとし、この範囲内で最小安全率を求めた。補強土部分は打設角 α を $0^\circ \sim 90^\circ$ の間で6通りに変化したもの及び補強土部分も盛土材料とした無補強土について、山砂に繊維を0.2%混入したもの、山砂に繊維0.2%とセメントを3%及び5%混入したものについて解析を行った。

盛土材料は関東ロームとし、一面せん断試験結果から $\gamma=12.7 \text{ kN/m}^3$ で、 $c=39.2 \text{ kPa}$ 、 $\phi=35^\circ$ と決定した。

補強土部分は $\gamma=16.7 \text{ kN/m}^3$ で、山砂+繊維の場合は、繊維によるせん断強度の増加は粘着力のみの増加に現れると考えられるため¹⁾、一面せん断試験から得られた最大せん断応力～打設角の関係を内部摩擦角一定、打設角 $\alpha=0^\circ$ のとき $c=0$ という条件を用い、粘着力～打設角の関係を図-4のように近似した。なお、既往の研究によりこの一面せん断試験で得られ内部摩擦角は実際より大きいと考えられるため、得られた値から 10° を引いた値の 46° を用いた。この打設角を補強土部分の繊維とすべり線の交わる角度に対応させて補強土部分の粘

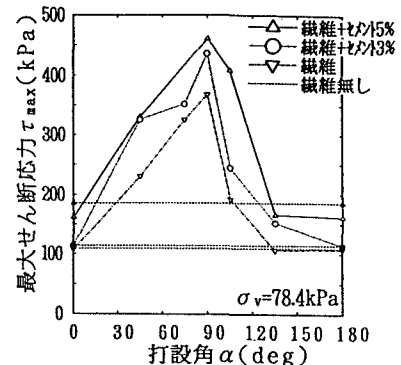


図-2 最大せん断応力～打設角

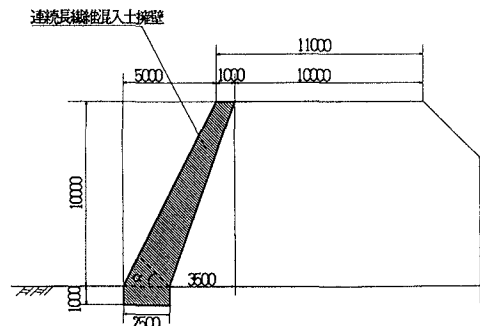


図-3 補強盛土概略図

着力を決定した。なお、繊維が圧縮されることによる強度の低下は見られないため、無補強土とほぼ同等の値を示す打設角 $\alpha = 0^\circ$ のせん断強度の値を下回ることはないものとした。

山砂+繊維+セメント3%及び5%の場合は打設角の変化により内部摩擦角も変化すると考えられるため²⁾、一面せん断試験から得られた内部摩擦角～打設角の関係を近似し、同様に近似した最大せん断応力～打設角の関係から内部摩擦角の項を引き、粘着力～打設角の関係を求めた。同様に打設角を補強土部分の繊維とすべり線の交わる角度に対応させて補強土部分の粘着力及び内部摩擦角を決定した。

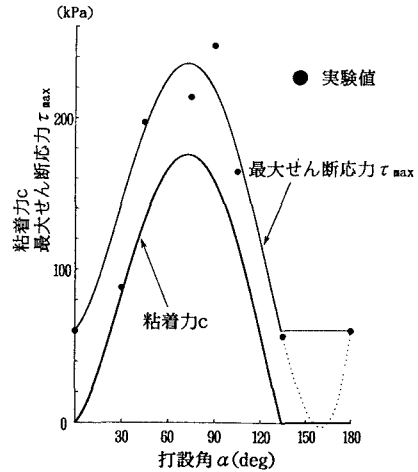


図-4 最大せん断応力、粘着力～打設角 近似曲線（山砂+繊維）

3. 解析結果

図-5にセメントを混入しない場合の最小安全率となるすべり円弧を示す。これを見るとすべり円弧はどれも補強土部分を水平面に対し大きな角度で通っており、水平面に対する角、打設角 $\alpha = 90^\circ$ 以外の場合は無補強土より深くなった。打設角 $\alpha = 90^\circ$ の場合はすべり線と繊維の交わる角度が 90° よりかなり大きくなるので粘着力の値が小さくなり、そのためすべりが浅くなったものと思われる。しかし、その他の打設角についてはすべり円弧に大きな違いはなかった。また、セメントを混入したもののすべり円弧も打設角 $\alpha = 90^\circ$ 以外はセメントを混入していないものとあまり変わらなかった。つまり打設角やセメント混入の有無はすべり線の位置にあまり影響はなかった。

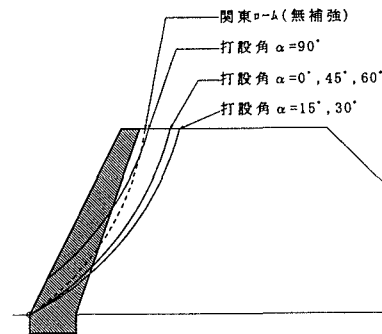


図-5 最小安全率時のすべり線（山砂+繊維）

図-6に最小安全率 F_s ～打設角 α を示す。これを見ると繊維を水平面に対し $30^\circ \sim 45^\circ$ 付近で打設したとき補強土部分の繊維とすべり線が交わる角度が最も補強効果が発揮される 90° に近くなるため、最小安全率が最も大きくなっている。また実際に施工が行われている打設角 $\alpha = 15^\circ$ においても、無補強土に比べると最小安全率はかなり大きくなっており、この補強法が効果的であることを表している。

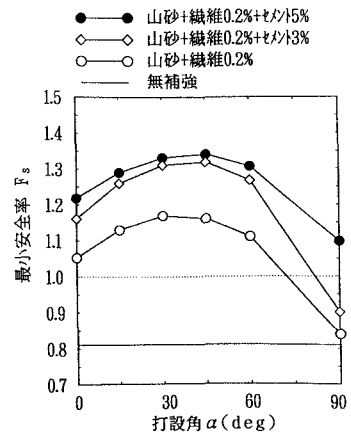


図-6 最小安全率～打設角

4. まとめ

以上まとめとして、本解析で用いた急勾配の砂質土盛土ではすべり円弧は水平面に対し立った角度で補強土部分を通るため、補強土部分の繊維の打設角が $30^\circ \sim 45^\circ$ のとき最も補強効果を発揮した。

参考文献

- (1) 桑野ら：連続長繊維混入土の変形強度特性の異方性及びセメントによる改良，第9回ソフィアコンファレンス，1994。
- (2) 桑野ら：連続長繊維による補強法の適用拡大，第10回ソフィアコンファレンス，1995。