巻き込み拘束効果を考慮したジオテキスタイル両面補強盛土の実物大載荷実験　その１

株式会社藤井基礎設計事務所○　正会員　藤井俊逸
三菱樹脂株式会社　正会員　間　昭徳
名古屋工業大学名誉教授　正会員　松岡　元

１．はじめに

道路盛土などで用いられるジオテキスタイル補強土壁は、図-１のように片側が開放されている。松岡は土のうの効果を理論的に導き、土を土のうで巻き込むことで支持力が驚異的に増加することを証明した[1)]。そこで図-2 のように、土をジオテキスタイルで包み込む工法を考案した。本報告では、図-2 の両面盛土タイプの理論式を示し、その際必要となる構造細目について整理した。この構造細目に従い、両面盛土タイプの実物大載荷実験を行った。その結果は、実物大載荷実験その２[2)]にて報告する。

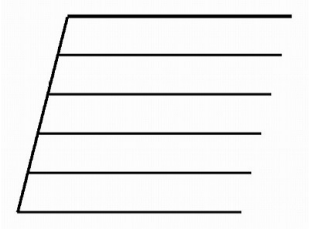
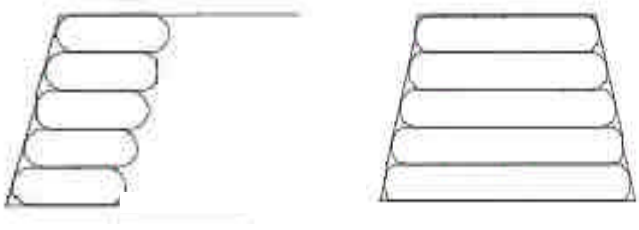


図-１　通常の補強土壁



擁壁タイプ　　両面盛土タイプ

図-２　巻き込み補強土壁

２．両面盛土の理論式

図-３のように両面盛土タイプは、土のうが積み重なっている構造である。図-４は１つの土のうに着目した場合の力学的な説明図である。松岡は図-４の状態から式(1)を導いた[1)]。

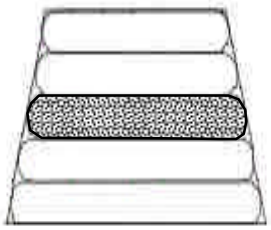


図-３　説明図

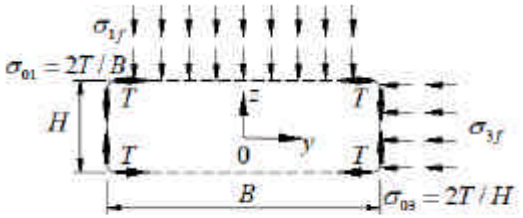


図-４　土のう理論説明図

Ｂ：土のう構造体の幅
Ｈ：土のう構造体、１個あたりの高さ
Ｔ：土のう構造体部材の破断張力
Ｋｐ：受働土圧係数
（Ｋｐ＝（１＋sinφ）/（1-sinφ））
σ_{1f}：破壊時の最大主応力
σ_{3f}：破壊時の最小主応力
c：土の粘着力
φ：土の内部摩擦角

$$\sigma_{1f}+\frac{2T}{B}=Kp(\sigma_{3f}+\frac{2T}{H})\quad------(1)$$

図-３の状況では、$\sigma_{3f}=0$ とみなせるので、式（1）は式（2）となる。

破断張力 T は式（2）を変形し、式（3）を得る。式(4)はｃ・φ材料の破壊規準式である。

式(4)で$\sigma_{3f}=0$ の場合は式(5)となる。

$$\sigma_{1f}=Kp\cdot\frac{2T}{H}-\frac{2T}{B}=\frac{2T}{B}(\frac{B}{H}\cdot Kp-1)\quad-----(2)$$

$$T=\frac{\sigma_{1f}}{2}\cdot\frac{1}{Kp/H-1/B}\quad-----(3)$$

$$\sigma_{1f}=\sigma_{3f}\cdot Kp+2c\sqrt{Kp}\quad----------(4)$$

$$\sigma_{1f}=2c\sqrt{Kp}\quad----------(5)$$

式(2)と式(5)よりσ_{1f} を消去すると式(6)となる。粘着力 c は、式(6)を変形して式(7)となる。

キーワード：補強土,載荷実験,ジオテキスタイル
【連絡先】〒690-0011　島根県松江市東津田町 1349
（株）藤井基礎設計事務所　TEL:0852-23-6721　FAX:0852-25-2248

$$\frac{2T}{B}\left(\frac{B}{H}\cdot Kp-1\right)=2c\sqrt{Kp}\quad\text{-----(6)}\qquad c=\frac{T}{B\sqrt{Kp}}\left(\frac{B}{H}\cdot Kp-1\right)\text{----------(7)}$$

式(3)から、土のう幅Ｂ、高さＨと、土のう中詰材のφ（φ→Ｋｐ）、土のうに作用する上載応力σ_{1f}がわかると、土のうに作用する破断張力Ｔが算出される。この破断張力Ｔは、φがフルに発揮された破壊状態に対応するため、通常用いる範囲では、ジオテキスタイルの破断張力を低減して材料選定を行う必要がある。破断張力Ｔがわかると、式(7)より「土のう構造体の見かけの粘着力c」が算出できる。土のう構造体の内的安定を照査する際は、内部摩擦角φに加えて、見かけの粘着力cを考慮することができる。通常のケースでは、内的安定は十分安全となる。

３．ジオテキスタイル両面補強盛土の構造細目

上載応力により土のうが偏平になると（図-５）、土のう周長はほぼ一定なので中詰め土の面積が小さくなる。そのため図-５の張力Ｔが発生し、土は拘束されることになる。従って偏平になる構造が大変重要である。また、土のう部分の全周にわたり張力が作用するので、ジオテキスタイル接続部で破断しないようにする必要がある。

図-６は実物大載荷実験で用いた構造細目である。土のうの水平方向の伸びは、ジオテキスタイルの伸び歪を用いる。鉛直方向の圧縮に対しては、ワイヤークリップにより鋼製パネルがスライドする構造とした。ワイヤークリップは、鋼製パネルの水平力を背後のジオテキスタイルに伝達する役割もある。これで図-５と同様の変形を可能にした。

両面盛土の場合は、ジオテキスタイルの長さが固定されるので、図-６の目合い調整パネルでジオテキスタイルに緩みが生じないようにした。また、ジオテキスタイルと鋼製パネル・目合い調整パネルとの接合部で、張力の低下がないようにしている。実物大実験に用いたジオテキスタイル材のテンサーは、「接続部強度試験」[3]で接続部の強度が保証されている。

４．おわりに

今回、両面盛土タイプで説明したが、擁壁タイプもジオテキスタイルの張力算定は同様の手法で可能となる。加えて擁壁としての安定検討を行う必要がある。

ジオグリッドで土を大きく包む場合、土のうで土を小さく包み込むときより張力が大きくなるが、ジオグリッドの破断強度が土のうに比べると大きいので対応可能となる。大規模な土構造物の場合、大きく包むことで施工性が良くなるケースがあるため、現場の状況に応じて、通常土のう、大型土のう、ジオグリッド土のうを、上手に使い分けをしていくことが有効である。

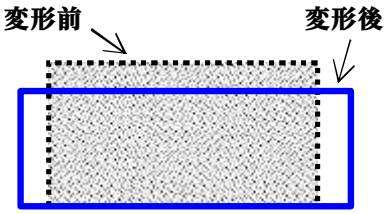


図-５　土のう変形機構説明図

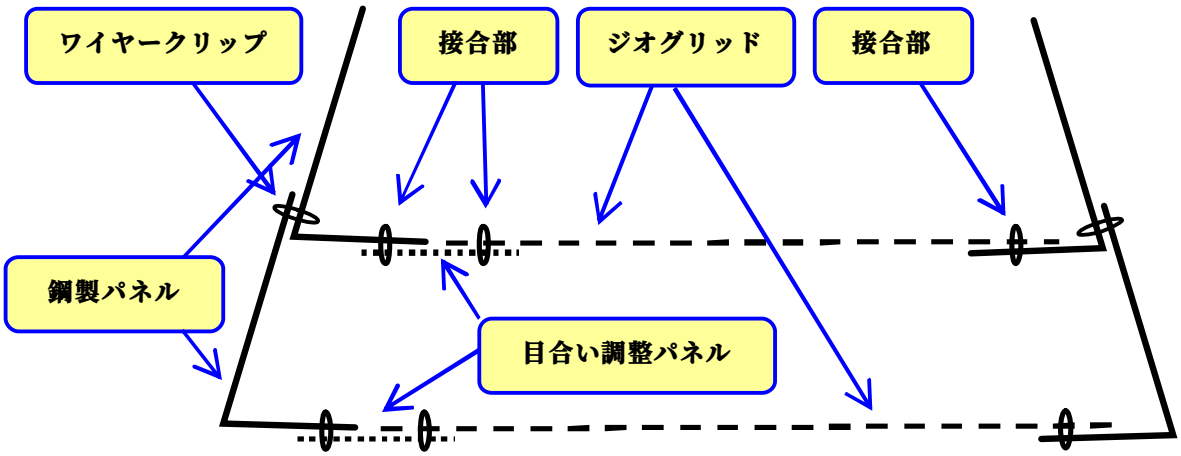


図-６　構造細目

参考文献　1)松岡元：地盤工学の新しいアプローチ,京都大学学術出版会,2003.
2)間　昭徳他：巻き込み拘束効果を考慮したジオテキスタイル両面補強盛土の実物大載荷実験その 2，第64 回土木学会年次学術講演会,2009（投稿中）.
3)（財）土木研究センター：土木系材料技術・技術審査証明報告書「テンサー」、1997.