直接せん断試験における補強土の引張り補強効果の発現メカニズム

- 引抜け抵抗力の違いが及ぼす強度発現の影響 -

農村工学研究所 正 松島健一 国 毛利栄征, 堀俊和, 有吉充 東京理科大学 国 龍岡文夫

Tension controlled

1.はじめに 供試体内に引張り補強材を鉛直に配置した直接せん断試験(一面せん断試験)では,せん断箱の 厚みが薄いため補強材の敷設長(~供試体の高さの1/2)が不十分となる.このため,補強材の上下端が供試体中 央に向かって引き込まれて十分な引張力が補強材に動員されない可能性がある.実際の敷設長は直接せん断試験

よりも遙かに長いので,直接せん断試験によって補強効果を検討する 場合は,供試体内の補強材の定着条件が補強効果に及ぼす影響を検討 しておく必要がある.本研究では,補強材の引抜けにくさを工夫した 大型直接せん断試験を実施し,補強材の引張ひずみの発達過程と補強 効果の関係について検討をした.

2.大型直接せん断試験機(図-1)を用いた実験 60 cm,長さ 80 cm,奥行き 50 cm であり,せん断上箱の上蓋と側壁が 一体化している.せん断上下箱の隙間には粒子のこぼれだしを防ぐた めにスポンジを貼り付けた.隙間の初期間隔は 1.0 cm である.引張 強度 70 kN/m のジオグリッド補強材(図-2)を,せん断方向に直交 する鉛直面に1層(高さ 60 cm×奥行き 50 cm)を中央に設置した.せん 断ゾーンへの補強材の引込みを抑制したケースでは幅 100mmのアン

カープレートをせん断面から上下方向に 70mm, 100mm の位置に取り付けた.供 試体は気乾状態の豊浦砂(D₅₀= 0.206 mm, U_c= 1.580)を多重ふるい法によって作 成した.次の2通りの方法で補強材の上下端部での拘束条件を制御した. CL (constant load 引張力一定条件):供試体作成前からせん断終了まで一定の引張

力 4 kN/m を継続して負荷した. FD (fixed displacement 変位固定条件):供試体作成前からせん断開始直前まで一定

の引張力を負荷し, せん断開始後は供試体境界に対して固定した.

せん断上下箱を常に平行に保つように制御して 50kPa の定拘束圧条件下で変位速度 0.23mm/min でせん断を行った.

(3)

補強材の供試体の変形モードが図-3のようになると仮定すると,補強材の平均的な引張ひずみ

,は供試体の体積膨脹 yとせん断変位 x に よって次式のように表される.

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta L}{L} = \sqrt{\Delta x^2 + (\Delta y + L)^2} / L - 1$$
(1)

体積膨脹 yに起因する引張ひずみ dとせん 断変位 xに起因する引張ひずみ geo は次式の ようになる.

$$\varepsilon_d = \Delta y / L \tag{2}$$

$$\mathcal{E}_{\text{rms}} = \sqrt{\Delta x^2 + L^2} / L - 1$$

図-4 は試験結果から算出された補強材の平均的な 引張ひずみの変化である.せん断変位量が小さい段 階では供試体の膨張に起因する引張ひずみが卓越 するが,せん断変位量が大きくなると補強材の幾何 学的変形による引張ひずみが支配的となる.この補 強材の引張ひずみの変化を基本にして供試体内部 の引張ひずみの発達分布について考える.











キーワード 直接せん断試験,補強土,引抜け 連絡先 〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6

2-1-6 独立行政法人農村工学研究所 TEL029-838-7575

3.実験結果および考察 図-5 に補強供試体の試験結果を示す.図-6 にせん断変形後に観察した補強材の変形形状のフィッティング関数 を用いて各せん断変位量ごとの補強材の変形形状を推定した分布を 示す .図-7 にこれらの変形分布から土と補強材の間にすべりを無視し て幾何学的な形状変化から算出した補強材の引張ひずみ分布および CL・FD 条件でひずみゲージにより実測した引張ひずみ分布を示す.

初期のピーク強度が発生しているせん断変位量(=20 mm)では,せん 断ゾーン内の補強材に発生する伸びが小さいため(図4中の点A), 補強材と土の間のすべりが小さくアンカー領域に再配分される引張 ひずみは小さくなっている (図-7a). そのため, ひずみゲージによっ て計測した引張ひずみの最大値と土と補強材の間にすべりがない条 件で得られた最大値(実線)はよく一致している.幾何学的変形によ る伸びが大きくなるせん断変位量(=40 mm)になると(図4中の点B), 実測されたせん断ゾーン内の補強材の引張ひずみは算定された引張 ひずみ(実線)よりも小さく,アンカー領域の補強材に引張ひずみが 再配分されていることがわかる.これはせん断ゾーンで土と補強材の 間の引抜け力を上回る補強材引張力が発生したため、補強材と土の間 にすべりが発生し,広い範囲に補強材の引張ひずみが分散したためだ と考えられる.さらに,せん断変位量(=60 mm)が大きくなると(図4 中の点 C),補強材定着条件の違いにより強度発現に明瞭な差が現れ

始める. せん断面中央への補強材の引込み に対して, CL 条件では補強材端部が引抜 けてしまうため (図 5c), 補強材に引張ひ ずみが発達しにくく,強度増加がほとんど 生じない.これに対し,FD条件では補強 材端部が完全固定されているので,せん断 強度が増加する.実際,補強材端部では引 張荷重が増加し(図 5c), せん断ゾーン中 ⇒ 心から補強材端部に向かって広範囲に補 強材引張ひずみが発達していることがわ かる (図7c). 一方, CL条件でアンカープ レートを取り付けた場合では, せん断ゾー ンへの引込みに対する抵抗力が高いため, せん断変位量が 40mm の時点ですでに高 麕 い引張り補強効果を発揮している(図 5a). 5 これはアンカープレート間に補強材の高 😡 い緊張状態が早期に維持され, せん断ゾー ンで土が変形しにくくなったためだと考 えられる.事実,アンカープレートよりも 外側にせん断帯が発達し(写真1),供試体 が膨脹し続けている(図 5b).



6

く,効率的に強度発現することがわかった.

参考文献)松島健一ら、2007、大型直接せん断試験における引張り補強効 果の発現メカニズム・補強材定着条件と粒子径が補強効果に及ぼす影響・ 第22回ジオシンセティックス論文集, pp. 145-152.





図-7 補強材の引張ひずみの発達分布



写真-1 CL条件 + アンカープレート (Test117) での供試体 内部のせん断帯の発達状況(せん断変位量 80mm の時点)