

補強材条件を変化させたトラップドア模型実験 Trapdoor Model Test Changed the Reinforcement Conditions

森 洋 ○西村 武
MORI Hiroshi NISHIMURA Takeru

1. はじめに

地盤の陥没事故の主な原因として、老朽化や地震等により埋設管などの地中内構造物が変状し、地盤内にゆるみ領域を形成することが挙げられる。このゆるみ領域の発達を防ぐための対策工法として、補強土工法が考えられるが、補強材と地盤の相互作用に関する研究内容は少ない^{1) 2)}。

本研究では、地中内構造物の変状が地盤に及ぼす影響について、補強材の敷設条件や摩擦条件を変化させたトラップドア模型実験より検討する。

2. 実験方法

Fig.1 はトラップドア模型実験装置で、ドア部の上下移動により砂地盤にゆるみ領域を発生させると共に、土圧計によるドア部上面に作用する鉛直土圧や硬質ガラス板を透してのせん断帯の発達状況を観察することができる³⁾。

Fig.2 は4ケースでの補強材条件を示しており、幅 11cm の補強材（障子紙： $E_{50}=0.1\text{N/mm}$ 、 $\rho=0.49\text{g/cm}^3$ ）をドア部より 3cm の位置に 1 枚設置した場合を Case1、幅 11cm の補強材をドア部より 3cm と 6cm の位置に 2 枚設置した場合を Case2、幅 11cm の補強材をドア部より 3cm の位置に 1 枚と幅 20cm の補強材をドア部より 6cm の位置に 1 枚設置した場合を Case3、補強材と砂地盤間の摩擦角を増加させるために障子紙にビーズを貼り付けた幅 11cm の補強材をドア部より 3cm の位置に 1 枚設置した場合を Case4 とした。

3. 実験結果（主働モード）

Fig.3 は、ドア部の変位量に伴う主働モードでの鉛直土圧とせん断帯高さを示す。補強材なしでは最小ピーク値を示した後、鉛直土圧が変位量-3mm以降で増加する傾向にあるが、Case1~Case4 は最小ピーク値後に一定の残留値を示しており、一定程度の補強材効果が伺える。また、Case1、Case3、Case2、Case4 の順に最小ピーク値が小さくなる。補強材なしに比べて補強材あり（Case1~4）のせん断帯高さは小さく、せん断帯の発達が抑制されているが、各補強材条件（Case1~4）での差異は小さかった。

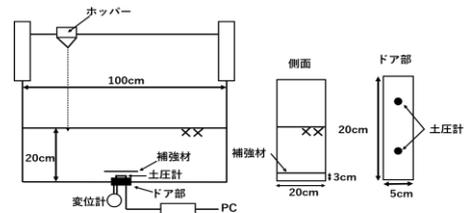


Fig.1 Trapdoor Testing apparatus

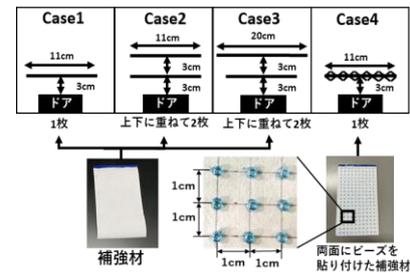


Fig.2 Reinforcement conditions

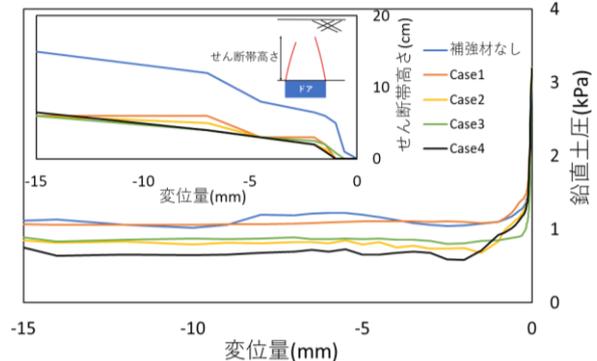


Fig.3 Vertical earth pressure and shear band height in active mode

Fig.4 は、ドア部の変位量に伴う主働モードでのせん断帯の発達状況を示す。補強材なしと比較して、補強材あり（Case1～4）はせん断帯の発達が大きく抑えられている。また、補強材あり（Case1～4）では、変位量-1.5mm 以降で補強材によってドア部から発達してきたせん断帯が途切れ、その後、敷設した補強材の上から新たなせん断帯が下のせん断帯の外側から発達しているが、Case2 と Case3 のドア部より 6cm の位置に敷設した補強材の上からはせん断帯の発生は確認できなかった。また、変位量-3mm 以降でドア部より 3cm の位置にある補強材の下に空洞が見られることから、補強効果は表れていると考える。

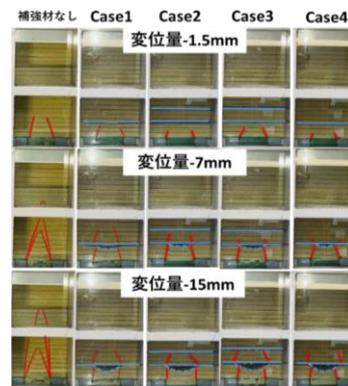


Fig.4 Shear band distribution in active mode

4. 実験結果（受働モード）

Fig.5 は、ドア部の変位量に伴う受働モードでの鉛直土圧とせん断帯高さを示す。最大ピーク値は、補強材なし、Case1、Case2、Case3、Case4 の順に増加しており、特に、Case4 は他のケースと比較して大きな値を示す。また、変位量+3mm 付近までは、補強材あり（Case1～4）の方が補強材なしと比べてせん断帯高さが小さく、せん断帯の発達が抑制される傾向にあるが、各補強材条件（Case1～4）での差異は小さかった。

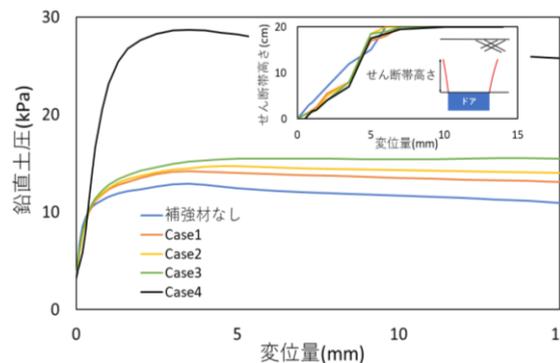


Fig.5 Vertical earth pressure and shear band height in passive mode

Fig.6 は、ドア部の変位量に伴う受働モードでのせん断帯の発達状況を示す。変位量+1.5mm 付近までは、補強材効果によりせん断帯の発達が抑制されている傾向にあるが、それ以降では大きな差異は見受けられなかった。また、補強材あり（Case1～4）では、変位量+1.5mm 以降で補強材によってドア部から発達してきたせん断帯が途切れ、その後、補強材の上から新たなせん断帯が下のせん断帯の内側から発達している。ただし、各補強材条件（Case1～4）でのせん断帯の発達状況による差異は小さく、**Fig.5** に示す Case4 での鉛直土圧が他と比較して大きくなる理由については、今後の更なる考察が必要であると考える。

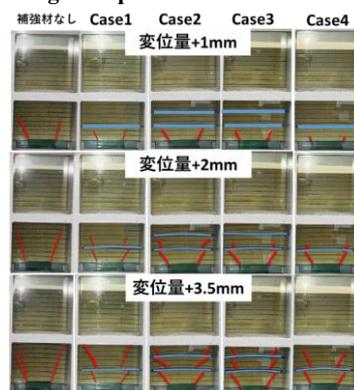


Fig.6 Shear band distribution in passive mode

5. まとめ

主働モードでは、補強材を設置することによってせん断帯の発達を抑制することができた。また、補強材を重ねていくか、補強材に摩擦角を持たせることによって、補強材効果を発揮することができた。受働モードでは、変位量+1.5mm 以降で各種の補強材を敷設することによる明確なせん断帯の発達抑制を確認できなかったが、摩擦角を持たせた補強材では、他のケースと比較して鉛直土圧（抵抗力）が大きくなる補強材効果を示すことができた。

<参考文献>1) 池上正宏、他（1986）：補強土工法、土質工学会.2) 柳尾考之、他（1997）：第12回ジオシンセティックスシンポジウム発表論文集、地盤工学会.3) 小野喜也（2022）：補強材を想定したトラップドア模型実験、2022年弘前大学卒業論文。