

### 3ヒンジアーチカルバートの縦断方向の耐震性能評価手法に関する研究(その7)

木村 亮\*・澤村 康生\*\*・寺本 俊太郎\*\*\*・木戸 隆之祐\*\*\*\*

#### 1. 研究の目的

2011年3月に発生した東日本大震災において、旧型の3ヒンジアーチカルバートにおいて供用性を損なう大きな被災が発生した。本震災の被災調査<sup>1)</sup>から、頂部ヒンジや基礎コンクリートの損傷に加えて、坑口部の補強土壁においても大きな変状が発生したことが報告されている。つまり、3ヒンジアーチカルバートの縦断方向の耐震性能を評価するためには、坑口部における補強土壁との相互作用を解明する必要がある。そこで本研究では、特に補強土壁の引抜き抵抗特性に着目し、地盤材料の粒径が補強材の引抜き抵抗力とその発現メカニズムに与える影響について、田村ら<sup>2)</sup>の実験を詳しく分析した。

#### 2. 田村らの実験の概要

田村ら<sup>2)</sup>の引抜き実験では、圧縮空気による等方拘束圧条件下で補強材模型を鉛直上向きに引抜き実験装置<sup>3)</sup>を使用した。本研究では補強材リブに着目して引抜き抵抗力の発現メカニズムを検討するため、直径3mmのリブ無し補強材と、中央に直径7mmのリブを設けたリブ有り補強材の2種類の模型を使用した。模型地盤試料は川砂(桂川流域砂)をふるい分けすることで得られた粒径が0.850-2mmのSample A、0.425-0.850mmのSample B、0.250-0.425mmのSample C、0.106-0.250mmのSample Dの4種類を用いた。模型地盤は直径70mm、高さ140mm、相対密度85%となるよう、気中落下および突固めにより作製した。地盤の内部摩擦角はそれぞれ44.6°、43.5°、38.9°、33.0°であり、Sample A、B、C、Dの順に大きい。引抜き実験は100kPaの等方圧力条件とし、引抜き速度1mm/minの変位制御で行った。

#### 3. 得られた成果

図1に引抜き試験の結果を示す。図1(a)より、リブ無し補強材模型を用いた場合、引抜き抵抗力はピーク値を迎えた後に減少していることが確認できる。また、後述するリブ有り補強材を用いた場合と比べると、Sampleの違いによって発揮される引抜き抵抗力の大きさに大きな差異はない。一方、図1(b)よりリブ有り補強材模型を用いた場合、引抜き変位1mm地点まではいずれのSampleもほとんど同様の引抜き抵抗力を發揮し、その後、引抜きの変位とともに粒径の大きなSampleほど引抜き抵抗力も大きくなることを確認した。

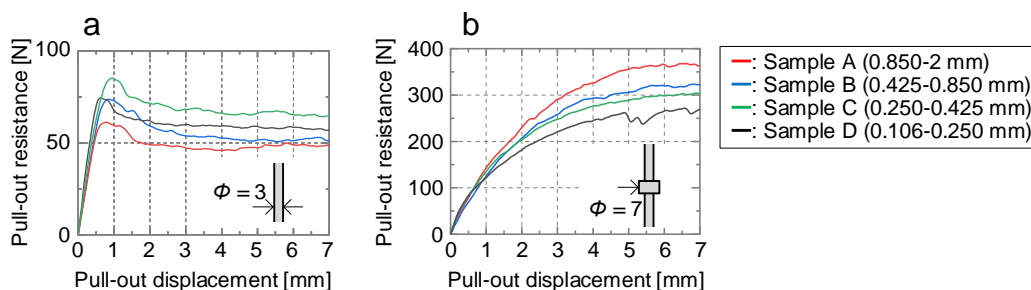


図1 引抜き抵抗力ー引抜き変位関係 (a: リブ無し模型, b: リブあり模型)

\*京都大学・大学院工学研究科・教授, \*\*同・准教授, \*\*\*\*同・助教

\*\*\*摂南大学・都市環境工学科・准教授

図2に引抜き抵抗力が概ね最大値を迎える引抜き変位5 mm地点におけるCT画像を示す。実験では、Sample A, Dを用いた実験でCT撮影を行い、画像相関法を適用することで、変位場とひずみ場を定量化した。撮影は引抜き変位0 mmから6 mm地点まで1 mm間隔で、合計7回実施した。図2のSample DのCT画像において、補強材リブ上面の直上では白色で表される高密度領域が、リブ上面の角から斜め上方向に黒色で表される低密度領域がそれぞれ発現していることがわかる。これは豊浦砂を用いて引抜き過程を可視化した Kido et al.<sup>3)</sup>の結果と一致している。

図3, 4に引抜き変位2-3 mm および4-5 mmの変位ベクトル、せん断ひずみの分布図をそれぞれ示す。Sample Dの結果を見ると、図2, 3より引抜き抵抗力が概ね最大値を迎える時にリブ直上で高密度領域が発現し、この領域はリブと一体となって動いていることが分かる。また、図4より引抜きの進行に伴って高密度領域の境界部であるリブ上面の角から斜め上方向にせん断ひずみが卓越しており、この領域で生じるせん断抵抗が引抜き抵抗力の発現に寄与していると考えられる。Sample AにおいてもSample Dと同様に、図2~4からリブと一体となって動く領域の境界部においてせん断ひずみが卓越し、地盤内のせん断抵抗が引抜き抵抗力の発現に寄与していると考えられる。粒径の大きな地盤は、大きな内部摩擦角に起因して高いせん断抵抗力を発揮し、結果として高い引抜き抵抗力が生じると考えられる。

#### 4. 謝辞

本研究は、ヒロセ補強土株式会社より委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 安部哲夫, 中村雅範: 高速道路における大型のプレキャスト部材を用いたカルバートの活用と適用上の留意点, 基礎工, Vol.42, No.4, pp.8-11, 2014.
- 2) 田村隆太郎, 木戸隆之祐, 澤村康生, 木村 亮: 土粒子の骨格構造の変化に着目した補強材引抜き実験と地盤内の可視化, 第57回地盤工学研究発表会, 2022-7.
- 3) Kido, R., Sawamura, Y., Kimura, K. and Kimura, M.: Investigation of soil deformation characteristics during pullout of a ribbed reinforcement using X-ray micro CT, *Soils and Foundations*, Vol.61, No.3, pp.642-657, 2021.

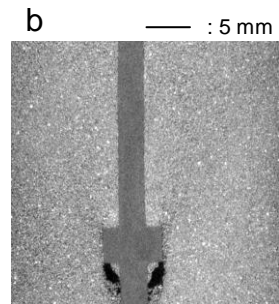
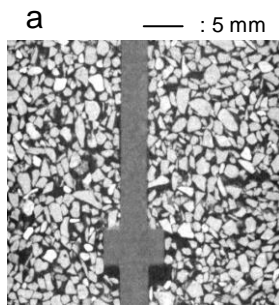


図2 CT画像  
(a: Sample A, b: Sample D)

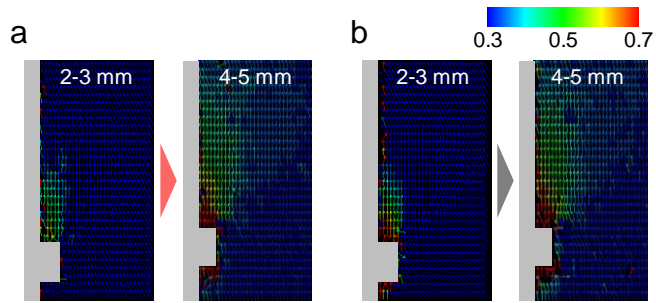


図3 変位ベクトル分布 (a: Sample A, b: Sample D)

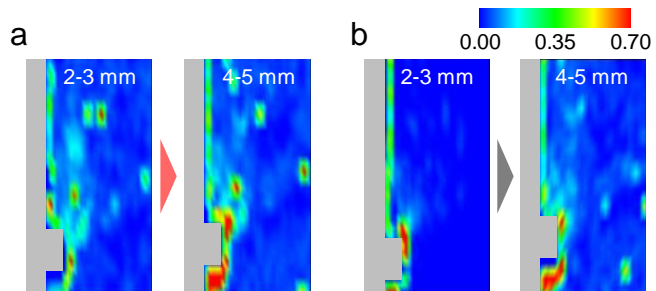


図4 せん断ひずみ分布 (a: Sample A, b: Sample D)