# X線CT実験による二重土留め中詰め土の挙動

熊本大学 正会員 〇大谷順 赤木俊介 佐藤宇紘 杉本英治 鹿島建設(株) 正会員 永谷英基 那須郁香

#### 1. はじめに

比較的に浅い掘削で,敷地制限にも対応したオープンな掘削が可能となる頭部固定式二重土留め工法を開発している<sup>1)</sup>.本工法は,鋼矢板を二重に設置し,頭部を固定することで土留め全体を高剛性化して自立壁式をなすものである.遠心模型実験<sup>2)</sup>や1G場実大実験<sup>3)</sup>の結果,本工法の自立壁式としての効果は確認されているが,二重土留め内部の挙動については未解明な点が多い(図-1).そこで,X線CT実験によって二重土留め中詰め土の挙動を可視化する実験も行っている<sup>4)</sup>.本報文では,二重土留め頭部を水平載荷した際の中詰め土の壁剛性への寄与について分析を行ったので報告する.



図-1 頭部固定式二重土留め

#### 2. X線CT実験

実験装置とX線CT撮影状況を図-2に示す. 模型地盤は,豊浦砂で相対密度80~82%の均質な地盤とした. 鋼矢板を模した矢板模型は、図-3のポリカーボネート波板を用いて、頭部を固定した二重土留めをモデル化した. 二重矢板は平行に設置し、二重矢板の離隔として最狭部を20 mmとした. 矢板模型を設置した上で模型 地盤を製作しており、二重矢板については、矢板頭部と底部を土槽に固定した上で矢板に偏荷重がかからない ようにして成層地盤を作製している. 実験では土留め壁の片側地盤を掃除機で吸引し、段階的に深さ300 mm まで掘削した. その後、図-4の水平載荷装置により矢板頭部を40 mmまで強制変位させ、産業用X線CT装 置を用いて撮影を行った. 測定初期状態,掘削後、水平載荷終了後について土槽深さ50~320 mmの範囲を10 mmピッチ、とくに210~240 mmの範囲については詳細に0.2 mmピッチで撮影した. また、レーザー変位計 で矢板頭部の変位を計測するとともに、載荷の際にはロードセルで水平荷重も測定することで壁剛性の評価を 行った. なお、実験は、Case①:一重土留め、Case②:二重土留めに加えて、中詰め土の影響を見るため、Case ③:二重土留め中詰め土を地表面から140 mmまで空洞にした計3ケースについて行った.



キーワード: 土留め, 無支保, 自立壁式, 技術開発, X線 CT 実験
連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1 TEL 096-342-3535

水平載荷

+槽深さ

### 3. 実験結果

1) 二重土留め中詰め土の可視化: Case②(二重土留め)において,300 mm 掘削後に頭部を40 mm 水平変位 させて撮影した CT 断面画像を重ね合わせた立面可視化画像を図-5 に示す.土留め背面地盤は,掘削側に頭部 を水平変位させたことで大きな主働破壊領域が形成され,スベリ線が明瞭に観察できる.一方,二重土留め中 詰め土も土槽深さ約 150~290 mm の範囲においてスベリ線が観察される結果となり,大変形を加えた二重土 留めと中詰め土の間で水平力に起因した力の伝達があることが明らかとなった.

2) 中詰め土が土留めの水平抵抗力(壁剛性)に及ぼす影響:300 mm までの掘削過程で頭部に生じる水平変位を図-6 に示す. Case①(一 重)は頭部変位が約17 mm 生じているのに対し, Case②(二重)は 約1 mm と大幅に小さい.また, Case③(空洞有)についても約5 mm と小さいことから,頭部固定した二重土留め構造の変位抑制効果が

伺える.次に頭部水平載 荷に伴う変位と荷重の関 係について図-7 に示す. 掘削時と同様, Case①(一 重) と比べて, Case③ (空 洞有), Case②(二重)の 順に水平抵抗力が大きく, 壁剛性が増加することが 伺える. とくに Case③ (空 洞有)に注目すると、中 詰め土スベリ線が発生す る領域より上部(土槽深 さ140mmまで)の中詰め 土重量分が消失した分の 水平抵抗力が低下したと 言える. つまり, 中詰め 土がカウンターウェイト として機能し, 壁剛性に 寄与することがわかった.





## 4. まとめ

X線CT実験の結果,二重土留めは頭部水平載荷による大変形後に中詰め土内部にもスベリ線が形成される ものの土留めの壁剛性は一重土留めと比べてかなり大きいこと,また,部分的に中詰め土を無くして空洞にし ても壁剛性は大きいことが分かった.つまり,頭部固定式二重土留めは構造のラーメン化のみに依存するので はなく,土留めと中詰め土の相互作用によっても土留めの水平抵抗力が増加すると推察される.今後は,中詰 め土の密度や強度,拘束度にも注目し,頭部固定式二重土留め構造の剛性メカニズムを検証する予定である.

#### 参考文献

1) 坂梨ほか:開削施工合理化を目指した無支保土留め工法の開発(その1),第75回土木学会年次学術講演会,第 VI部門(投稿中)

2) 永谷ほか:開削施工合理化を目指した無支保土留め工法の開発(その2),同上,第VI部門(投稿中)

3) 中本ほか:固定式二重土留めの頭部固定効果と矢板離隔の影響に関する実験的検討,同上,第III部門(投稿中)

4) 大谷ほか:二重土留め工法の開発に関する X線 CT 模型,第 55 回地盤工学研究発表会