

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）

－ 頭部固定式二重土留めの概要 －

鹿島建設(株)

正会員

○坂梨利男

井上直史

永谷英基

小林孝彰

平 陽兵

谷澤史剛

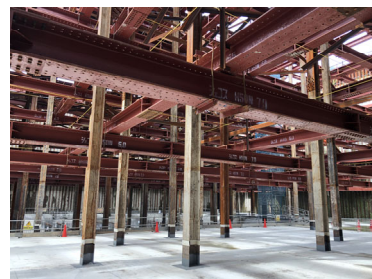
中本詩瑠

重松慶樹

那須郁香

1. はじめに

開削工法を用いた躯体構築などの工事では、土留めを構成する切梁などの支保工によって掘削や躯体構築の作業が制約を受け、施工の効率化が図り難い。また、切梁などの支保工は、地下構造物にプレキャストを適用して大幅な生産性向上を図る場合の阻害要因になっている（写真－1）。切梁などの支承物がないオープン掘削を可能とする工法として、グラウンドアンカー工があるが、掘削範囲外にアンカー体を設置する必要があるなど適用する敷地に条件がある。更に、切梁に比べてコスト的に不利であることから工程短縮の要請が強いことや、敷地が広く仮設に占める費用が相対的に小さくなる場合にグラウンドアンカー工が採用されている。今回、筆者らは、比較的に浅い掘削で敷地制限にも対応できるオープン掘削が可能な無支保土留め工法を開発したので、その概要を報告する。



写真－1 切梁土留め例

2. オープン掘削を可能とする土留め工法

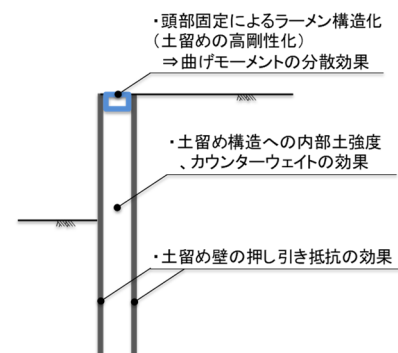
比較的に浅い掘削では、壁剛性を上げて自立高さを高くすることや、掘削範囲外に支保材を設置することで支保効果を持たせることでオープン掘削が実現されている。表－1 は試設計した場合の仕様比較である。鋼矢板＋一段支保工が成立する深さ 5 m 程度の掘削をオープン掘削するためには、SMWなどの土留め工法や掘削範囲外に大きく支保工（控え杭やグラウンドアンカー）を設置しなければならず、切梁式に対して敷地条件やコスト面で不利なことが判る。本工法はこのような条件で、コストは既存の工法と同等以下で、掘削外に大きく敷地を必要としないことを目指し筆者らは新工法を開発した。

表－1 既存工法

切梁式（基本）	自立壁式 SMW	控え杭式	アンカー式

3. 新たな土留め工法

今回、開発した頭部固定二重土留めは、鋼矢板を二重に設置し、頭部を剛結することで土留め全体をラーメン化・高剛性化して自立壁式をなすものである。掘削背面側に十分な敷地が確保されない条件でも適用が可能である。図－1はそのコンセプトである。自立壁式土留めでは、最終掘削時の曲げモーメントで部材全体の仕様が決定するが、架構のラーメン化によって頭部に逆向きの曲げモーメントが発生するため、全体として発生応力が小さくなる特徴がある。



図－1 頭部固定式二重土留め

キーワード 土留め、無支保、自立壁式、技術開発、ラーメン構造

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部土木技術部 TEL03-5544-0629

その他、二重土留めの内部土砂の拘束効果や掘削に伴う変形に対して背面矢板をカウンターウェイトとする効果が見込める。更に、自立壁式土留めは全体安定性から根入れ長さが決まるため、根入れ部の引き抜き抵抗を利用することによって土留め架構全体の変形を抑制することが可能となる。

4. 頭部固定式二重土留め(ラーメン構造)の効果

図-2はフレーム計算によって得られたラーメン化した土留め壁の変形抑制効果である。7mの片持ち条件で、矢板を2枚重ねた状態に対して1m離れた2重土留めでは、変形が約1/3になる。ラーメン化した土留めは、土留めを2重にすることでコストが2倍程度に増加するが、変形抑制効果は6倍になる。

5. ケーススタディ(頭部固定)

頭部の固定度について、二重土留めの離隔を1mとした場合に、地盤ばねに支えられたラーメン構造に土圧相当の分布荷重を載荷し、影響を検討した。図-3(a)に頭部剛性と頭部変形、図-3(b)に頭部剛性と部材の発生モーメントを示す。 $EI = 1.0 \times 10^4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ 付近で、変形が急激に減少し、曲げモーメントが分散することが判る。 $EI = 1.0 \times 10^4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ は、コンクリートで厚さ30cm程度の剛性に相当し、土留め壁を鋼矢板、掘削7m程度の剛性バランスでは、現実的な頭部固定度でその効果を発揮することが判る。また、鋼矢板に発生する曲げモーメントも頭部と腹部に分散して土留め部材全体の機能を利用できることが分かる。

6. おわりに

今回、掘削効率の向上、躯体構築の合理化などの開削施工の合理化を目指し、新しい無支保土留め工法について概要を報告した。土留め壁を2重に設置することで、コストは上昇するが、切梁支保工が省略できることや、2倍のコスト増加に対して6倍の変形抑制効果および発生応力の分散が図れることから、通常の切梁支保工と同等のコストで、オープン掘削を実現できる。また、3面土留め(図-4)など、切梁を設置しても全体安定性に問題が生じる状況で非常に有効な工法と考えている。今後、本工法の実用化に向けて実施した遠心模型実験、実物大モデル実験、FEMによる解析的検証および設計モデルについて関連論文^{1)~5)}にて報告する予定にしている。

参考文献

- 1) 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), 第75回年次学術講演会, 第VI部門
- 2) 那須ほか：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3), 同上, 第VI部門
- 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
- 4) 小林ほか：頭部固定式二重土留めの変形抑制効果に関する検討, 同上, 第III部門
- 5) 大谷ほか：X線CT実験による二重土留め詰り土の挙動, 同上, 第III部門

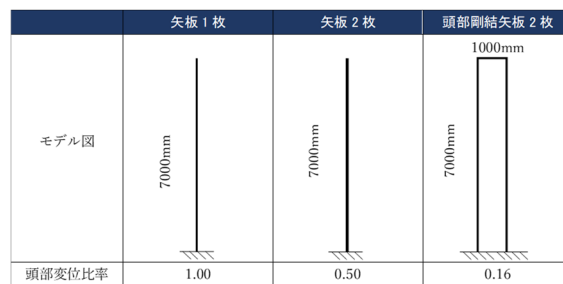


図-2 ラーメン構造の効果

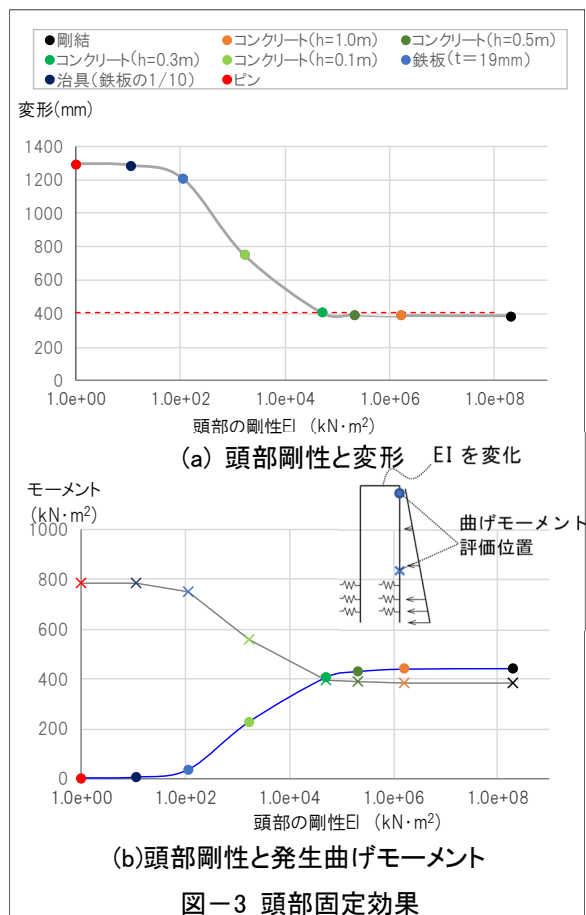


図-3 頭部固定効果

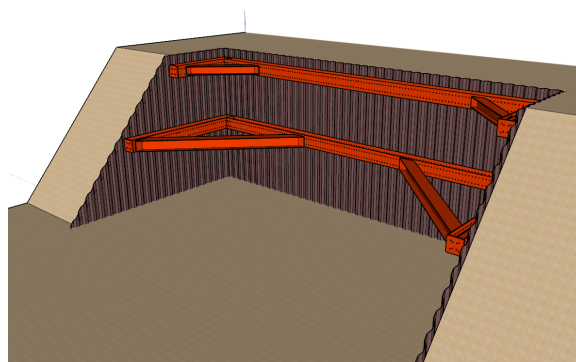


図-4 3面土留め