

土留壁を本体利用した開削トンネルの隅角部耐荷力試験

阪神高速道路公団 大阪建設局 正会員 西岡 勉, 前川 和彦
鹿島 技術研究所 正会員 古市 耕輔

1. 概要 開削トンネルの工費縮減を目的として土留壁を本体利用するトンネル構造を阪神高速道路公団で検討中である。開削トンネルの仮設土留壁には工費、工期的に有利なソイルセメント壁が採用されることが多い。都市内で近接施工の影響を考慮する必要があると、掘削背面地盤の沈下を制限するために土留壁の剛性を上げることになり、土留壁芯材に応力的な余裕がでる。この芯材を開削トンネル RC 側壁とスタッドジベルにより合成して土留壁と一体壁構造とし、芯材の応力的余裕分を有効利用する。合成土留壁構造(図-1)によりトンネル RC 側壁の厚さを薄くすることができ、開削幅、側壁の RC 量を減らすことができる。この合成土留壁について、常時、地震時の設計手法を確立するための一連の解析、実験を行っている。

ここでは地震時に正負交番の断面力が発生する開削トンネルの側壁と床版の接合部(隅角部)に着目し、合成土留壁の耐震性能の把握を目的として隅角部耐荷力試験を実施した。その試験結果を報告する。

2. 隅角部耐荷力試験 合成土留壁と床版の取り合い部は機械継手による床版主鉄筋と土留壁芯材の接合構造(図-2)を採用しており、その部分を L 字型に切り出し、1/2 倍に縮小して試験体を作成した。地震時を想定した正負交番の繰り返し加力(図-3)を行う。土水圧を载荷したフレーム解析で常時荷重、応答変位法によるフレーム解析でレベル 1 地震荷重(L1)、2 次元動的 FEM 解析によりレベル 2 地震荷重(L2)を設定した。常時荷重を 1 回、L1、L2 を各 3 回载荷し、L2 以降は鉄筋が最初に降伏した変位を δy とし、 $\pm \delta y$ の整数倍の変形量制御で各 3 回の载荷を継続した。図-2 中の力 P の方向で正負の载荷を行い、着目している合成壁側、床版側の断面においてそれぞれ L1 での曲げ、せん断力が設定荷重に合致するようにしている。軸力は試験体の外側に配置したケーブルにより調整し、各荷重段階で一致するようにしている。

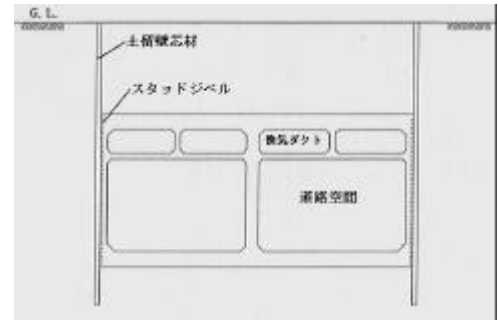


図-1 合成土留壁

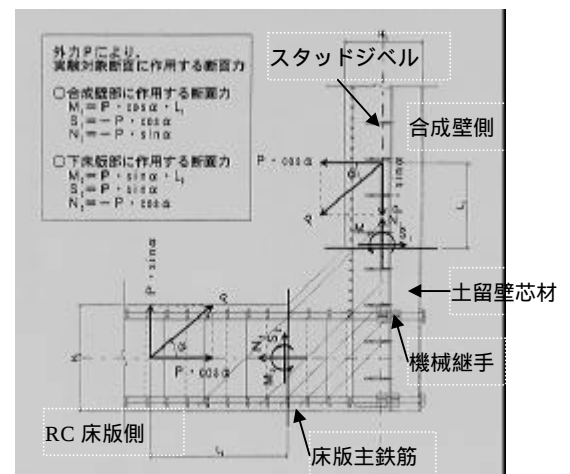


図-2 合成土留壁隅角部

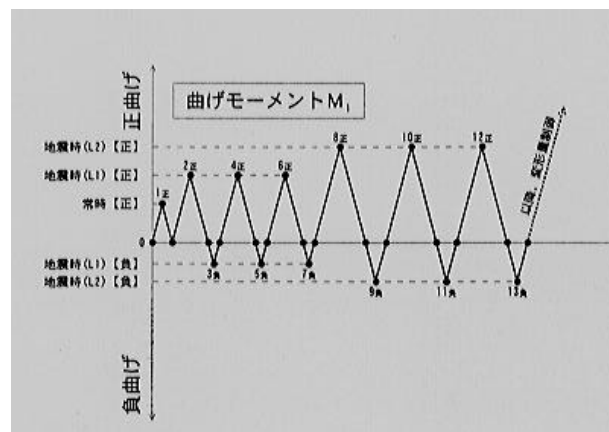


図-3 加力ステップ

3. 試験結果 L2 加力ステップ終了後のひび割れ発生状況を図-4 に示す。床版下側の主鉄筋が最初に降伏し、 $-2\delta_y$ 段階でハンチ補強筋、床版上側主鉄筋が降伏した。主に床版側とハンチ RC 部で塑性化が進行した。合成壁側で $\pm L2$ 終了後、土留壁 H 型鋼と RC 側壁の接合面のずれは 0.1mm 以内、スタッドジベル筋のひずみは 250μ 程度であり、L2 までは合成土留壁がほぼ一体構造として挙動している。荷重・変位関係を図-5 に示す。 $\pm 4\delta_y$ までは正負方向とも荷重が落ちず、主に RC 床版側の塑性化でじん性を確保しており、合成土留壁は L2 の 2 倍程度の荷重に対してもスタッドジベル筋は 500μ 程度のひずみに止まった。

4. まとめ 地震時を想定した隅角部耐荷力試験を実施し、合成土留壁が L2 の設計荷重まで一体壁とみなせ、L2 の 2 倍程度の荷重に対してもスタッドジベルの破断などの大きな支障は生じなかった。RC 床版側の塑性化の進行で δ_y 以後少なくとも $4\delta_y$ 程度まで耐力を保持している構造となっている。耐震性能確保の条件として合成壁側の耐力が RC 床版側より大きい必要がある。ただし、設計条件により合成壁側の耐力が小さい場合は合成土留壁側の地震時の終局挙動が問題となる。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書[開削工法編]・同解説, 1996.5
- 2) 阪神高速道路公団：開削トンネル耐震設計指針(案), 1999.12



図-4 L2 終了後のひび割れ発生状況

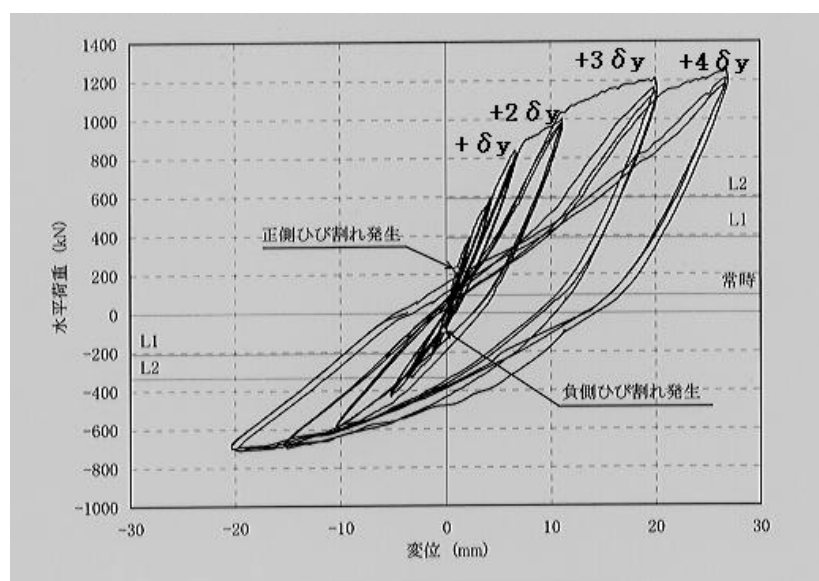


図-5 荷重・変位(P- δ)関係