

III-417

長大鋼製切梁の切梁バネ定数の測定

飛鳥建設㈱ 高嶋 衛 長谷川 昌弘 村上 清基
鈴木 健 ○ 小野 洋
西武建設㈱ 西川 泰弘

1. はじめに

近年、掘削・土留め工事における支保工としては一般に鋼製切梁工法が用いられている。また、大規模土留め構造物の設計においては、弾塑性法を用いて設計を行なうことが多い。そのため、土留め弾塑性解析のパラメータの1つである切梁バネ定数を適切に設定することは、安全かつ経済的な設計・施工を行なうにあたり重要な要因となっている。本報告は、切梁バネ定数を現場計測（プレロード導入時）より求めるとともに、一般に設計で用いられる方法により求められる切梁バネ定数と比較検討したものである。

2. 現場概要

今回、計測を行なった現場の掘削規模は、沈砂池ポンプ棟部約85x40m、流入渠部約34x12m、掘削深さは22.7~27.6m（約3.4mの盤下げを含む）である（図-1参照）。土留め架構としては鉄骨式ソイルモルタル地中壁（厚さ1.0m、長さ49m）および鋼製切梁工法（5~7段切梁、長辺約85m、短辺約40m）であり、土留め壁変形の抑止および壁応力の低減のため、切梁プレロード工法（油圧ジャッキによる）も採用された。また、切梁はH-400のトリプルを採用したところもあり、長さおよび断面ともに長大なものであった。

3. 測定方法（切梁バネ定数の求め方）

切梁プレロード導入時、油圧ジャッキは加圧されピストンのストロークが伸びるため、土留め壁は背面側に押し込まれるとともに、油圧ジャッキ部を除いた切梁部は圧縮され軸力が生じる。この時切梁に生じた軸力（以後、切梁軸力Pと呼ぶ）を、切梁の縮んだ量（以後、切梁圧縮量 δ と呼ぶ）で除したものを切梁バネ定数（ $K=P/\delta$ ）とした。

切梁バネ定数の測定は、図-1に示すE-H点およびB-F点間に架設された切梁について行なった。切梁プレロードは、目標導入量に対して、数段階に分けて導入した。切梁軸力（P）は、各点近傍に設置（土留め壁より8mの位置）された切梁軸力計（ひずみ計）

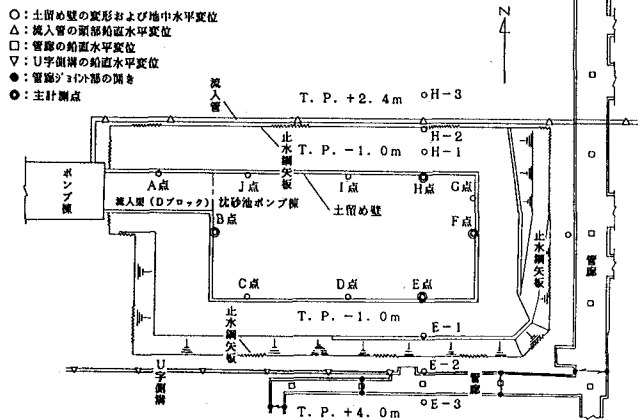


図-1 現場平面図

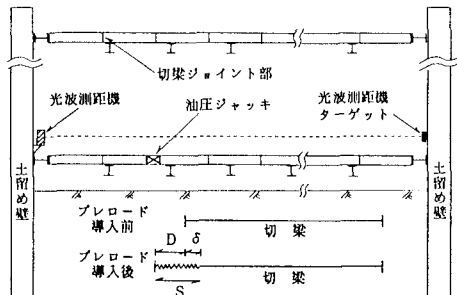


図-2 測定方法概略図

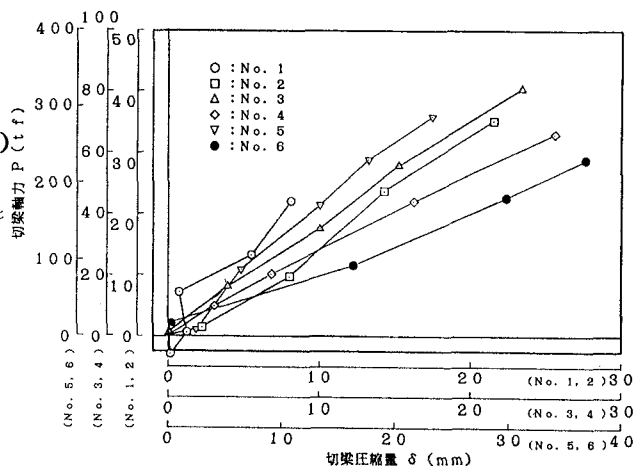


図-3 切梁軸力と切梁圧縮量の関係

より求め（ $P = \varepsilon \cdot E \cdot A$ ； E ：切梁のヤング率， A ：断面積， ε ：ひずみ）、切梁圧縮量（ δ ）は以下に述べるようにして求めた。図-2に示すように

①切梁が架せられている片側の土留め壁に光波測距機を、正対する土留め壁に光波測距機のターゲットを設置し、切梁プレロード導入時の各段階における土留め壁間の距離増加量（ D ）を測定する。なお、光波測距機による測定は各段階において10回行い、その平均値を D としている。

②油圧ジャッキ部にダイヤルゲージ（1/100mm目盛り）を設置し、プレロード導入時の各段階におけるジャッキストロークの伸び（ S ）を測定する。

③ジャッキストロークの伸び（ S ）と土留め壁間の距離増加量（ D ）との差を切梁圧縮量（ δ ）とする。

4. 測定結果および考察

表-1に測定結果を、図-3に切梁軸力と切梁圧縮量との関係を示す。表-1においてバネ値1はプレロード荷重0tfを原点として求められた切梁バネ定数、バネ値2は各段階での切梁軸力と切梁圧縮量の差分より求めたものがある。また、設計バネ値 K_d はフックの法則が成り立ち、軸方向に一樣に圧縮応力が分布しているものと仮定し、 $K_d = E \cdot A / L$ （ E ：切梁のヤング率， A ：断面積， L ：切梁長さ）より求めた。なお、No.5,6の切梁はトリプルとダブルであり、軸力を合計することにより1組のものとして考えている。

切梁プレロード導入時の切梁バネ定数測定結果について以下のような傾向が認められる。

①加圧初期段階（加圧20tf程度まで）では、測定された切梁バネ定数にバラツキがある。

②当然ではあるが、切梁長さが同じであれば、断面積が大きいものほど切梁バネ定数が大きく、断面積が同じであれば、切梁長さが短い方が切梁バネ定数は大きい。

③加圧荷重が50tf程度以上になると、切梁バネ定数は初期段階に比べ安定している。

④測定より得られた切梁バネ定数は、設計バネ値よりかなり小さい。最終段階におけるバネ値2では、設計バネ値の30%~70%である。

初期加圧段階の切梁バネ定数のバラツキについては、腹起しと土留め壁とのなじみや切梁ジョイント部でのなじみ、あるいは、交差する切梁との摩擦等により荷重が切梁全体に伝達されにくいことによる影響が大きいと思われる。また、測定された切梁バネ定数が設計バネ値より小さいのは、切梁ジョイント部や油圧ジャッキ部における偏心および切梁エンドプレート部の平坦性の精度による応力集中等により、設計バネ値を求める際の「軸方向に一樣に圧縮応力が分布している」という仮定が当てはまらないためであろう。

5. おわりに

今回の計測によると鋼製切梁のバネ定数は、一般に設計で設定される切梁バネ定数（ $K = 2 \cdot (A \cdot E) / (L \cdot B)$ B ：分担幅）よりかなり小さい結果が得られた。今後、他の現場でもさらに計測等に工夫を重ねデータを蓄積し検討して行きたい。

【参考文献】

- 1) 長谷川・村上・小野他；軟弱地盤における土留め計測管理の実施例（その1）、第24回土質工学研究発表会、1989。

表-1 測定結果一覧表

切梁 条件	プレロード 荷重(tf)	切梁軸力 P(tf)	トリプル S(mm)	距離増加 D(mm)	切梁圧縮 δ (mm)	バネ値1 K1 (tf/m)	バネ値2 K2 (tf/m)	設計バネ値 Kd (tf/m)
No.1 H-350 *350 L=39.6 ■	0 10 20 30 40 50	0.0 -3.7 0.9 7.2 13.4 22.1	0.0 0.40 2.51 5.42 8.06 11.40	0.0 0.30 1.30 4.70 2.60 3.30	0.0 0.10 1.21 0.72 5.48 8.10	-37000 744 10000 2454 1308 2728	-37000 4144 -12857 1308 3298	9220 (36%)
No.2 H-350 *350 L=83.1 ■	0 10 20 30 40	0.0 1.5 9.8 23.7 35.3	0.0 2.54 8.90 16.83 24.73	0.0 0.30 0.90 2.40 3.30	0.0 2.24 8.00 14.23 21.45	670 1225 1868 1423 1846	670 1441 2231 1607	4390 (37%)
No.3 H-400 *400 L=39.6 ■	0 10 30 50 70 90	0.0 1.5 16.1 35.2 55.7 80.8	0.0 0.01 3.98 11.88 17.73 26.71	0.0 0.00 1.00 1.60 2.50 3.40	0.0 0.01 2.98 10.08 15.23 23.31	150000 5402 3492 3657 3468	150000 4316 2890 3981 3106	11800 (27%)
No.4 H-400 *400 L=83.1 ■	0 10 30 50 70	0.0 10.0 20.5 44.2 66.2	0.0 3.33 7.78 16.52 28.68	0.0 0.30 1.00 2.30 3.20	0.0 3.03 6.78 16.22 25.48	3300 3033 2725 2598	3300 2815 2605 2376	5530 (43%)
No.5 3H-400 *400 L=39.6 ■	0 10 40 70 90 110	0.0 8.7 87.9 172.9 231.4 287.2	0.0 1.88 7.31 16.05 21.58 26.79	0.0 -0.50 0.90 2.80 4.10 6.30	0.0 2.38 6.41 13.25 17.48 20.49	3656 13713 13049 13238 14017	3656 19553 12427 13630 18538	34790 (52%)
No.6 2H-400 *400 L=83.1 ■	0 10 50 80 120	0.0 18.1 93.8 181.9 232.3	0.0 0.39 20.04 39.83 48.45	0.0 0.20 3.80 9.80 11.75	0.0 0.19 16.24 30.23 36.70	95263 5775 6017 6390	95263 4717 6297 7790	11050 (70%)

バネ値は、切梁1本あるいは1組当りの値である
()内の値は、設計バネ値に対するプレロード最終段階におけるバネ値2の割合である