

## 温度制御方式による切梁の軸力導入に関する実物大実験

飛島建設 建設事業本部 正会員○熊谷 幸樹  
 飛島建設 首都圏土木支店 中辻 尚  
 飛島建設 首都圏土木支店 山口 憲吾

### 1. はじめに

土留め工事の切梁では、気温変化や日射による鋼材の温度変化によって軸力が変動することは一般によく知られている<sup>1)</sup>。この場合、切梁の温度を制御することができれば、切梁に自由に軸力を導入することが可能となる。例えば、油圧ジャッキが配置されていない既設の切梁に対しても、電熱線や電磁波<sup>2)</sup>により切梁を加熱しながら温度制御することで、所要の軸力を導入することが可能になると考えた。そこで、電熱線を張り巡らした切梁の温度を加温しながら制御して切梁に導入される軸力の変化を測定する実物大実験を行った。その結果、常温 25℃から 70℃の範囲において、温度制御により切梁に導入される軸力を制御できることを確認したので報告する。

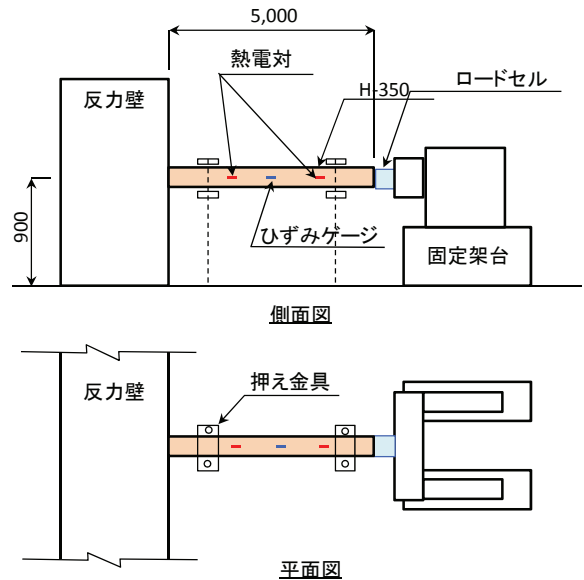


図-1 実物大実験の概要

### 2. 実物大実験の概要

#### (1) 実験概要

実物大実験は、H-350 の鋼材(リース材)を用いて、図-1 に示す要領で実施する。すなわち、切梁に見立てた長さ 5 m の鋼材を水平に設置し、片端部にはロードセルをセットして鋼材に発生する軸力を測定する。鋼材には、ひずみゲージを 4 箇所、熱電対を 7 箇所貼り付け、ひずみと温度を自動計測した。また、鋼材端部には接触型変位計を設置して鋼材の伸縮量を計測した。

鋼材のウェブ、フランジには、写真-1 に示すように電熱線を約 35mm 間隔で貼り付ける。次に、保温材としてグラスウール製断熱材を鋼材の全長に亘って巻き付ける(写真-2 参照)。その後、電熱線に通電して温度制御することで、鋼材の温度を段階的に所定温度に保持する。今回の実験では、鋼材の温度は 25℃から 70℃の範囲で制御した。

#### (2) 鋼材のヤング係数の熱特性

鋼材のヤング係数は、鋼材の温度によって図-2 に示すように変化する。例えば、鋼材のヤング係数は、その温度が 25℃から 250℃に上昇した場合、203,000N/mm<sup>2</sup> から 189,000N/mm<sup>2</sup> へと 7%程度低下する。したがって、切梁の温度を常温(25℃程度)から 250℃の範囲で制御することで、温度の増減に見合った切梁の軸力を効率的に導入できると判断した。

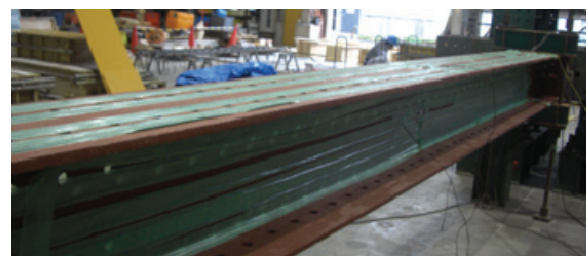


写真-1 電熱線貼り付け状況



写真-2 保温材巻き付け状況

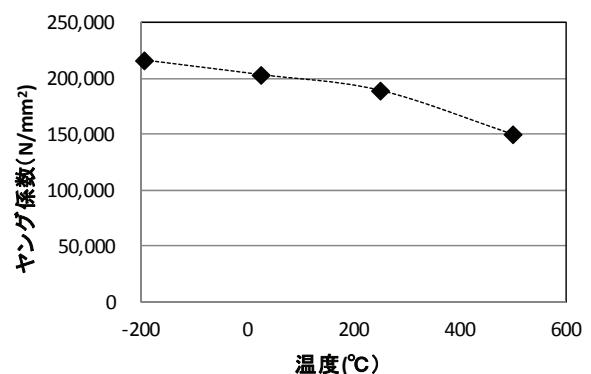


図-2 炭素鋼のヤング係数の熱特性

キーワード 切梁, 軸力, 電熱線, 電磁波, 温度制御

連絡先 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP R&D 棟 2F TEL 044-829-6713, FAX 044-829-6718

### 3. 実物大実験結果とその考察

#### (1) 切梁の温度と軸力の関係

実験は、ロードセルにより切梁が両端部に密着したことを確認した後、その状態を初期状態として開始した。実験した屋内の気温と切梁の初期温度ははともに 19℃であった。図-3 に、切梁の温度を 25℃から 70℃に変化させた時の温度とひずみの関係を示す。また、図-4 に、切梁の温度と軸力の関係を示す。

これらの図より以下のことが分かる。

- ・温度 25℃から 70℃の範囲において、切梁のひずみは温度が 1℃上昇する毎に 4.3μ 圧縮側に变化する。
- ・温度 25℃から 70℃の範囲において、切梁の軸力は温度が 1℃上昇する毎に 11.9kN 圧縮側に増加する。

ここで、温度 1℃上昇に対する切梁の圧縮ひずみの増分は、線膨張係数相当の 10.8μ よりも小さい 4.3μ となった。これは、端部の変位計に変動があったことから、切梁端部の境界条件が完全固定ではなかったことに起因していると考えられる。また、温度 1℃当りの圧縮ひずみの増加 4.3μ に対する軸力増分は、鋼材のヤング係数を 203,000N/mm<sup>2</sup>、断面積を 173.9cm<sup>2</sup> とすると理論上は 15.2kN 見込める。これに対してロードセルによる実測値は 11.9kN と、理論値の約 80%と小さくはなったが、ほぼ温度増加に比例した軸力が導入できた。

#### (2) 試験結果とその考察

図-5 に、切梁温度を 30℃から 50℃に 10℃ずつ増加させて、50℃で一定にした場合の切梁軸力の経時変化を示す。実験中の気温変化は最低 20℃、最大 24℃であった。

同図より以下のことが分かる。

- ・切梁温度を 50℃に保持した場合、切梁には約 300kN の圧縮軸力が作用し、その軸力は約±20kN の範囲で変動する。なお、切梁温度を 50℃に保持した期間では、設定温度 50℃に対して約 4℃の幅で変動しながら推移した。

よって、切梁温度を制御することで、切梁に導入される軸力を約±20kN の変動幅で制御できることが確認できた。

### 4. おわりに

本論文では、実物大実験により油圧ジャッキのない切梁を加温・温度制御することで所要の軸力が導入できることを示した。切梁の温度を最大 250℃程度まで制御できれば、さらに大きな軸力を導入し保持できる可能性がある。今後は、実施工への安全面や施工面での適用性について検討を加えて実用化を図りたい。

#### 参考文献

- 1) 例えば、地盤工学会：山留めの創意工夫となるほど納得 Q&A, pp.240-241, 2011.
- 2) 松田洋一、鮫島義和、秦智尚、岡利博：Brillia 藤が丘作業所における IH 除去式アンカー施工報告、とびしま技報, No.59, pp.131-132, 2010.

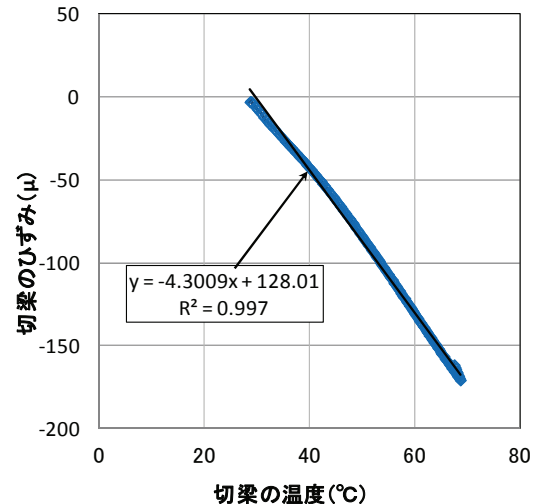


図-3 切梁の温度とひずみの関係

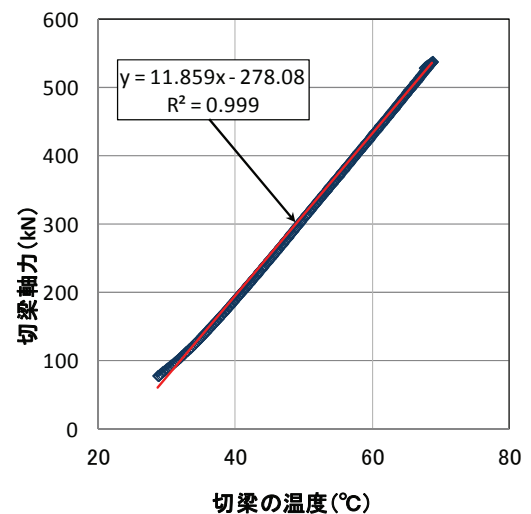


図-4 切梁の温度と導入軸力の関係

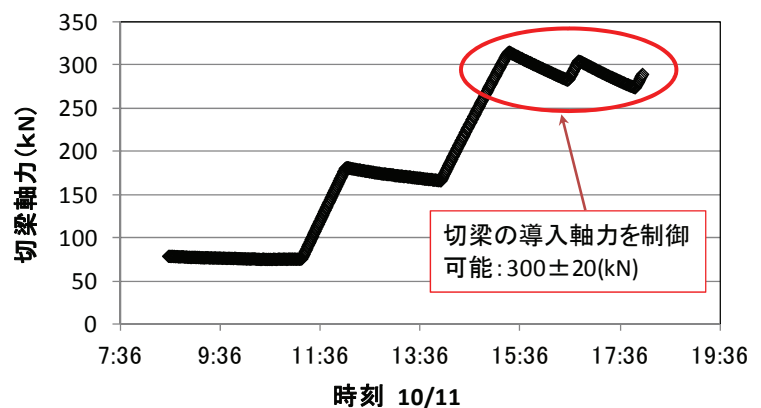


図-5 切梁軸力の経時変化：温度 30℃から 50℃で制御