

ネジ付ケーブルボルトの開発と試験施工

清水建設(株)

土木本部 正会員 ○栗林 勇司・宮沢 和夫

技術研究所 正会員 石塚 与志雄・安部 透

東北支店 正会員 今津 雅紀

日本鉄道建設公団 盛岡支社 正会員 服部 修一・藤田 農武也

1. はじめに

ケーブルボルト（PC鋼より線等）は、大断面トンネルや地下空洞掘削時の先行補強あるいはロックボルトの代替などとして期待されている。しかしながら、ケーブルボルトをパターンボルトとして使用する場合、これまで開発されてきた定着部頭部¹⁾²⁾では施工性、機能面などで課題が残されている。そこで、本研究ではケーブルボルトにネジエンドを圧着しナットでプレートを固定する方式を開発し、室内とトンネル現場で圧着ネジ部の引抜耐力の確認を行った。また、トンネル現場でロックボルトの代わりにパターンボルトとして打設し、施工性およびその代替性についても検証した。

2. 定着部の概要

今回開発したネジ付ケーブルボルト（STケーブルボルトタイプN）の定着部の概要を図-1に示す。この圧着ネジ部の加工方法であるが、図-2に示すネジ部材の圧着部にSTケーブルボルトを挿入し、方向を変えて2回圧着部をプレスし、最後に圧着で生じたバリを処理している。

圧着ネジ部の保証荷重については、ねじ節異形棒鋼D22（SD295）の破断荷重である170kNとした。

なお、本研究で使用したケーブルボルトは付着強度の優れたSTケーブルボルト（インデント付PC鋼より線）³⁾である。

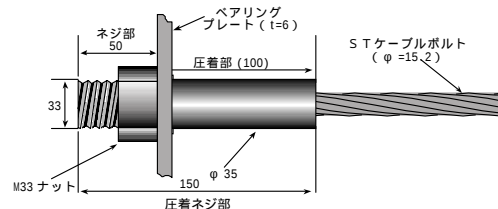


図-1. ネジ付ケーブルボルト定着部の概要図

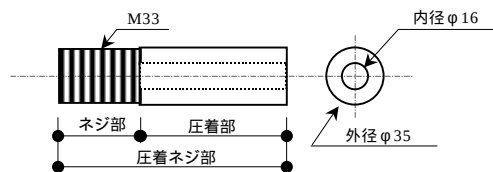


図-2. ネジ部材

3. 圧着加工部の試験概要と引抜耐力試験結果

3.1 室内試験

試験片は、STケーブルボルトの一端に今回製作したネジ部材を圧着し、他端にはより引抜耐力が得られる治具を圧着して作製した。試験はJIS Z2241の金属材料引張試験方法に準じて行った。また、載荷方法は10mm/分の変位速度制御とし、圧着加工部の長さは100mmとした。

10個の試験片に対する試験結果を表-1に示す。最大荷重は保証荷重の170kNより大きい値となった。これより、圧着加工部の引抜耐力が確保されており、また圧着加工部の長さも100mmで十分であることがわかった。なお、全ての試験において破壊はケーブルの抜け出しによるものであった。

3.2 現場試験

今回試験を行ったのは、日本鉄道建設公団の東北新幹線八甲田トンネル屋形工区における作業用斜路（延長718m）である。試験位置を図-3に示す。引抜試験は坑口から440m付近の拡幅部で行い、定着長4.0mのネジ付ケーブルボルトを水平方向に打設した。

図-4に試験概要を示す。試験条件として、ボーリング穿孔径は42mm、グラウト材はプレミックスドライモルタル（3日強度22.6MPa）を使用し、材齢は約2日とした。引抜最大荷重はボルト自体の引張耐力を考慮して196kN（20ton）とした。なお、試験は4本のネジ付ケーブルボルトについて行った。

表-1 圧着ネジ部引抜試験結果（室内試験）

試験片数	10
最大荷重平均値 $\bar{X}$ (kN)	208
標準偏差 σ	10.0
$\bar{X} \pm 3\sigma$	178 ~ 238

キーワード：山岳トンネル，ネジ付ケーブルボルト，引抜耐力，パターンボルト，実証試験

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館 TEL 03-5441-0567 FAX 03-5441-0515

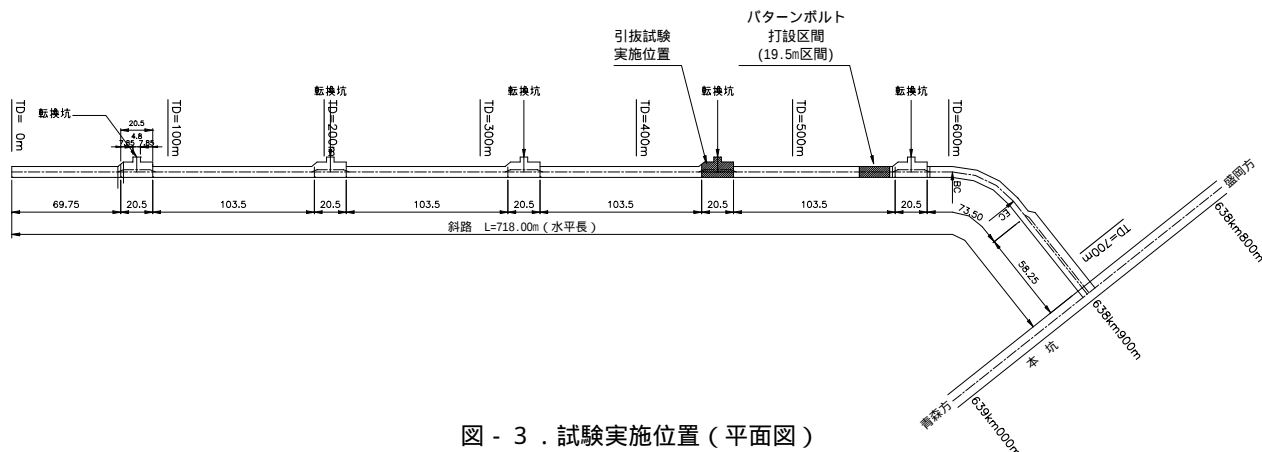


図 - 3 . 試験実施位置 (平面図)

現場試験結果を表 - 2 に示す。また、その時の荷重変位曲線を図 - 5 に示す。室内試験と同様、全試験において保証荷重を上回る引抜耐力を確認できた。

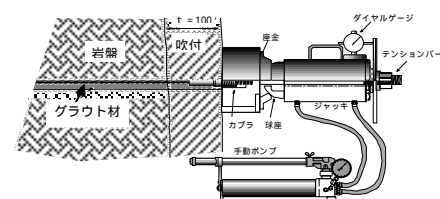


図 - 4 . 現場引抜試験概要図

4 . 施工性の検証

斜路坑口から 550m 付近の標準断面区間⁴⁾において、ケーブルボルトの施工性を検証するためロックボルトの代替としてネジ付ケーブルボルトを打設した (図 - 3 参照)。本区間の支保パターンは、吹付コンクリート (厚さ 10 cm)、ネジ付ケーブルボルト (長さ 2.0m, 延長方向ピッチ 1.5m, 上半部 8 本 / 断面) である。今回の打設数量は連続 13 断面 (19.5m 区間) を含む 108 本である。施工性については、定着方式がロックボルトと同じナットとプレートで固定する方式であるため、定着部の外れ、グラウト材の流れ落ちなどの問題は特に無かった。また、S T ケーブルボルトの単位質量が 1.10kg/m で、単位質量が 3.04kg/m の D22 のロックボルトに比べて軽量であり、取扱いやすいことが確認できた。今回 2 m での試験施工であったが、ボルト長が長くなればさらに取扱いの面でロックボルトに比べて有利になると予想される。

5 . おわりに

本研究ではケーブルボルトの定着部の固定方法としてネジ付ケーブルボルトを開発し、室内および現場で性能試験、また現場で施工性の検証を行った。それにより、以下の点を明らかにした。ネジ付ケーブルボルトの圧着加工部は、ねじ節異形棒鋼 (D22) の破断荷重以上の引抜耐力を有する。ネジ付ケーブルボルトの定着部の固定方法は、施工性においてロックボルトと変わりが無い。ネジ付ケーブルボルトはロックボルトに比べて軽量で取扱いやすいという利点がある。

今回の開発は、自由にケーブルボルトの長さを設定してネジ部を現場で圧着加工し、自動化した機械で施工できることを前提としている。今後の課題として、本方式でケーブルボルトを現場で圧着加工する段階からの実証実験およびロックボルトと同程度以下となるコストダウンが必要である。

なお、今回試験に供したケーブルボルトは東京製綱㈱から提供して頂き、また圧着加工部を㈱ケー・エフ・シーに試作して頂きました。ここに、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 今津雅紀他(1999) : ケーブルボルトにおけるくさび式プレートのトンネル断面への適用, 土木学会第 54 回年次学術講演会, -211, pp.422-423
- 2) 滑川昌彦他(1999) : ケーブルボルトにおける新しい定着方法の開発, 土木学会第 54 回年次学術講演会, -210, pp.420-421
- 3) 石塚と志雄他(1997) : 室内試験によるケーブルボルトの付着抵抗に関する検討, 第 32 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.2161-2162.
- 4) 服部修一他(2001) : ケーブルボルトのパターンボルトとしての支保効果, 土木学会第 56 回年次学術講演会 (投稿中)

表 - 2 圧着ネジ部引抜試験結果 (現場試験)

No	最大荷重 (kN)	破壊形態
STN - 1	196kN 以上	(破壊前に打ち切り)
STN - 2	196kN 以上	(破壊前に打ち切り)
STN - 3	186	ケーブルの抜け出し
STN - 4	196kN 以上	(破壊前に打ち切り)

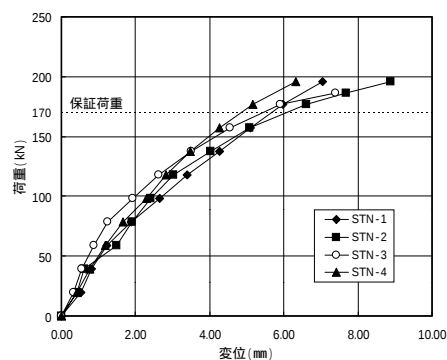


図 - 5 . 荷重変位曲線 (現場引抜試験)