

ケーブルボルトの口元固定具の開発と室内耐力試験結果

大成建設	正会員	青木 智幸
大成建設	正会員	○大塚 勇
大成建設	正会員	柴田 勝実

1．目的

近年、ケーブルボルトは、大断面トンネルの先進導坑からの先行支保や、大規模地下空洞の補強部材として適用されている。ケーブルボルトの口元部を吹付け面（あるいは掘削面）と一体化するために、従来はくさびでベアリングプレートを抑えて、地山の変形に対して抵抗していた。しかし、この方法は、経済性、施工性の面から改良する余地がある。そこで、本研究では、ケーブルボルトの口元固定具を新たに開発し、その耐力試験を室内で実施した。

2．口元固定具の概要

口元固定具は、図1に示すように、鋼管とプレートで構成されている。穴の開いたプレートに鋼管を通して、接合部を溶接して一体化している。

口元固定具の設置手順は、従来通り、まず孔にグラウトなどの定着材を充填し、ケーブルボルトを挿入した後に、固定具のプレート側を手前にして、鋼管の中心をケーブルボルトが通るように挿入して、プレートが吹付け面（掘削面）に当たるまで押し込む。予め充填したグラウトが、鋼管部を押し込むことにより、鋼管内外に自然に充填される。塩ビ管を孔とし、塩ビ管内にグラウトを充填させ、ケーブルボルトを挿入し、固定具を押し込む試験を行った。その結果、鋼管内外にグラウトが十分充填されていることを確認した。

この固定具の定着原理を図2に示す。地山の変形によりボルトに生じる引張力で、ボルトと定着材間でせん断すべりが生じると、定着材が膨張しようとするが、周囲が固い鋼管で拘束されているため、膨張に対して鋼管が拘束力を与える。その結果、ボルトとグラウトの間に大きな付着力が働き、グラウトのすべりは進行しない。また、吹付け面に押し付けられているプレートによって、固定具全体を吹付け面に固定している。

3．固定具を取り付けたケーブルボルトの引抜き試験

固定具をプレートが下になるように固定して立たせ、鋼管の下端に蓋をして、モルタルを鋼管内に充填した。その後、ケーブルボルトを鋼管の中へ中心を通るように挿入し、ボルトを固定して、試験体を作成した。

図3に示すように、300kN級の万能試験機を使用してケーブルボルトを固定具から引抜く試験を行った。ボルトは、図4に示すように、7本よりPC鋼線（φ15.2mm、プレーンストランド）と、同径・同材質でよりを一部戻して膨らみを持たせたバルブストランドの2種類で行った。鋼管は、外径42.7mm、厚さ4.9mmの圧力

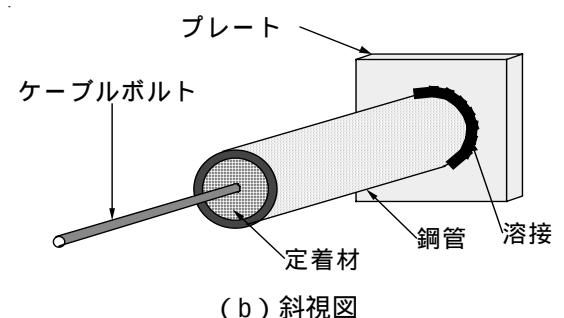
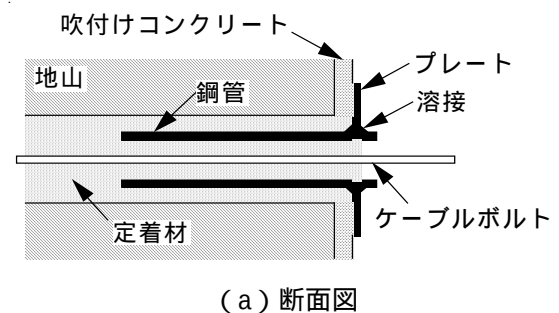


図1 口元固定具の概要図

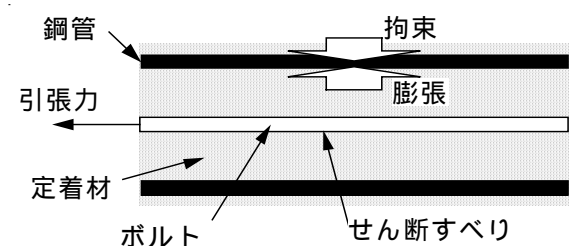


図2 固定具の定着原理

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7237

配管用炭素鋼鋼管を使用した。プレートは、100mm 角で、厚さ 12mm の鋼板を使用した。モルタルは、プレミックスドライモルタルを使い、材齢 3 日で試験に供した。モルタルの 3 日強度は 25.0N/mm^2 であった。パルプストランドのパルプの位置は、図 5 に示すように、鋼管のほぼ中心にパルプの端部がくるように配置した。

試験結果を表 1 に示す。鋼管の長さは、20cm、30cm、40cm の 3 種類で行った。ケーブルボルトの降伏荷重（220kN）に達したら試験を終了した。

プレーンストランドの結果では、鋼管の長さが長くなるにつれて引抜き荷重が大きくなっており、鋼管の長さが拘束力、付着力に大きく影響していることがわかる。ただし、長さ 40cm の場合でも、ケーブルボルトの降伏荷重の約半分で引抜けている。破壊形態は、すべての場合でボルトと定着材の付着切れである。

一方、パルプストランドの場合、20cm-1 で、若干、小さな値となっているが、最大載荷荷重（220kN）に耐え得る結果となった。20cm-1 では、プレーンストランドの場合と異なり、定着材と鋼管の間でせん断すべりが起きていた。パルプストランドでは、パルプがくさびのような役目をして¹⁾、ボルトとグラウトの付着力は増大し、大きな定着力が得られる。鋼管の長さが 20cm の場合でも、ケーブルボルトの降伏強度と同等の荷重に抵抗する結果となった。

4．ロックボルトへの適用

ケーブルボルトだけでなく、鉄筋についても同様な試験を行った。鋼管の太さの制約から D16 で試験を行ったが、ボルトの降伏強度（69kN）以上の荷重まで耐えることができた。D22 や D25 のロックボルトに対しても、この固定具は有効であると考えられる。ただし、鋼管の径を太くし、口元だけ削孔径を大きくする必要がある。

5．まとめ

今回開発した口元固定具は、ケーブルボルトのみならず、ロックボルトなどの線状部材に対しても効果を発揮するものと考えられる。従来のナット、くさびによる固定と比較し、利点を述べると以下ようになる。

ネジを切る必要がなくなるため、ボルトの製造コストが安くなる。

ネジ部がないため、全長にわたって、素材部の耐力が期待できる。

使用材料は、鋼管と鋼板だけであり、容易に製作でき、安価である。

鋼管を口元に差し込むだけであり、施工性に優れている。

今後、実際に現場で固定具の試験施工を行い、その有効性を実証していくことを考えている。

参考文献

1) Aoki, T., et al.: Laboratory pull-out test of cablebolts, EUROCK2002, pp.599-606, 2002.

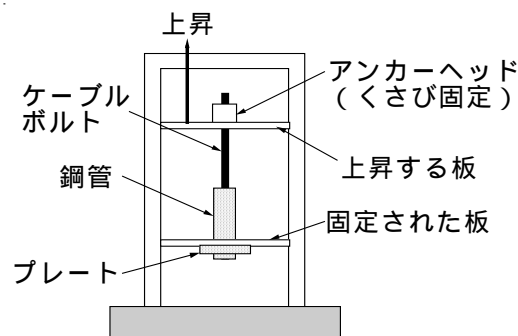


図3 引抜き試験の概要図

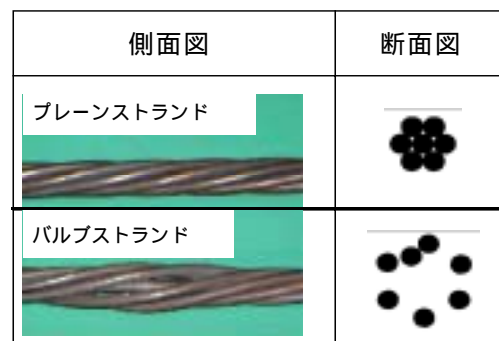


図4 ケーブルボルトの種類

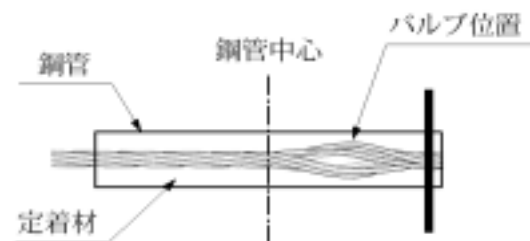


図5 パルプの位置

表1 引抜き試験結果

No.	最大荷重(kN)	
	プレーン ストランド	パルプ ストランド
20cm-1	59.5	216.0
20cm-2	61.0	220.0*
20cm-3	59.8	-
平均	60.1	218.0
30cm-1	97.0	220.0*
30cm-2	91.5	220.0*
30cm-3	87.0	-
平均	91.8	220.0
40cm-1	122.0	220.0*
40cm-2	118.0	220.0*
40cm-3	115.0	220.0*
平均	118.3	220.0

*: 試験終了荷重(計画最大荷重)