

新開発の「突起レスロックボルト」による品質向上 —突起部に起因する覆工コンクリート施工上の課題を解決—

戸田建設(株) (社長: 今井 雅則) は、山岳トンネル (NATM工法) の支保部材であるロックボルトについて、吹付けコンクリート面からの突起部をほぼゼロ (従来品は3cm程度) にできる「突起レスロックボルト」を開発しました (特許出願済: 特願 2015-241425、写真-1、写真-2 参照)。

本部材の採用により、突起部に起因する覆工コンクリート施工上の課題の解決、すなわち拘束^{※1}による覆工コンクリートのひび割れ抑制や打設時の防水シートの破損・空洞発生を防止などを図ることができ、コンクリートの品質が向上します。

※1 拘束: ここでは、覆工コンクリートの乾燥収縮などによる変形が、ロックボルト頭部などの突起物で妨げられ、引張応力が生じる現象をいう (図1 参照)。ひび割れ発生の原因の一つ。突起レスにすることで境界面が滑らかになり (平滑性の向上)、変形が妨げられなくなるため、ひび割れが抑制される。

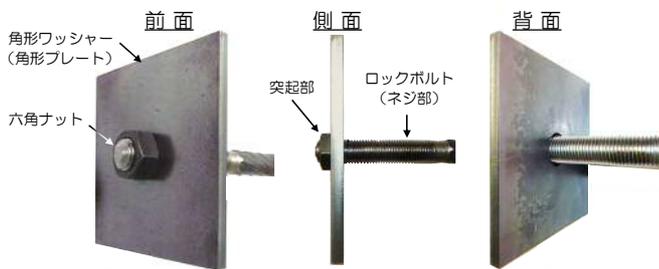


写真-1 従来品のロックボルト定着部

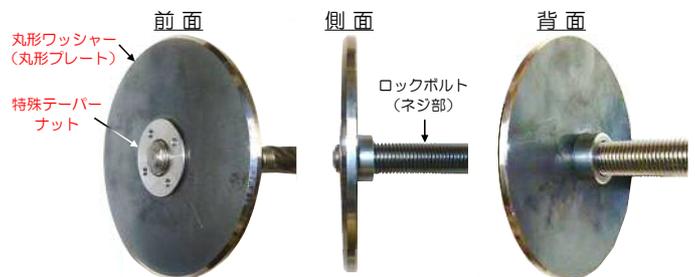


写真-2 開発品『突起レスロックボルト』の定着部

1. 開発の背景

従来のロックボルト頭部は、六角ナットで固定しロックボルトカバー (頭部を保護する材料) を設置する方法が一般的ですが、この方法では3cm程度の突起部が発生するために、下記の問題点があります (図-1 参照)。

- ① 若材齢のコンクリートにおける温度応力や乾燥収縮に伴う変形の拘束に起因したひび割れの発生が懸念される。
- ② 防水シートに「たるみ」と「張り過ぎ」が発生し、覆工コンクリート打設時に、過度な引張力等により破損する可能性がある。また、ロックボルトカバー周辺で空洞が発生する場合がある。
- ③ 突起部付近では、覆工コンクリートの厚さ (巻き厚) が不足するため、構造上の弱点となっている。

これらは、すべて突起部の存在に起因する問題であり、今回開発した「突起レスロックボルト」を採用することで、容易かつ根本的な解決が可能です。

2. 従来品と開発品の相違

「突起レスロックボルト」は、新たに開発した特殊頭部固定材^{※2}付きロックボルトです。従来品と開発品の頭部固定材の比較を表-1、図-2 に示します。

※2 テーパーナットとテーパード開口部付きのワッシャー (プレート)

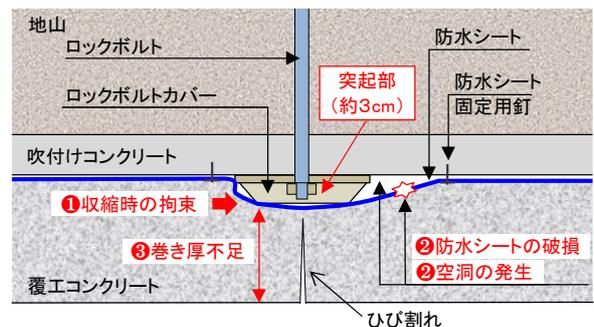


図-1 従来のロックボルト突起部による問題点

表-1 従来品と開発品の比較表

		従来品	開発品 (突起レスロックボルト)
ワッシャー (プレート)	材質	SM490A	SM490A
	本体形状	角形ワッシャー 150×150×9mm	丸形ワッシャー φ170×9mm
	開口部	直角 φ26mm	テーパード型 φ36~54mm
	受圧面積	225 cm ²	227 cm ²
ナット	材質	S45C	S45C
	ナット形状	六角ナット M24 36×42×19h	特殊テーパードナット M24 φ54×25h×45°
	ねじ部長さ	19mm (約6山分)	25mm (約8山分)

ロックボルト規格 (117.7kN 用、176.5kN 用) 供用

突起レスロックボルトにはさらに以下の特徴があります。

- ①ワッシャーを円形にし、端部を面取り加工しているため、角部による防水シートの破損がない。
- ②従来必要であったロックボルトカバーの設置が不要。
- ③ナットの増し締めおよび取り外しに関しては、4孔の増し締め孔を設けており、専用ラジエツレンチにより容易に実施可能。
- ④背面平滑型トンネルライニング工法において、充填モルタルの流動性、充填性が向上。

3. 実証試験結果（頭部固定性能）

頭部固定性能に関しては、公的機関による試験^{※3}の結果、従来品と同等の引き抜き耐力があることを確認しています。

※3「JIS M 2506:1992 ロックボルト及びその構成部品：プレートの破断荷重試験」

4. 現場試験施工結果

当社施工中の静岡県「(仮)浜当目トンネル」において試験施工を実施し、打設、頭部固定、増し締め、ナットはずしなどの施工性を確認し、いずれも問題ないことを確認しました(写真-3参照)。

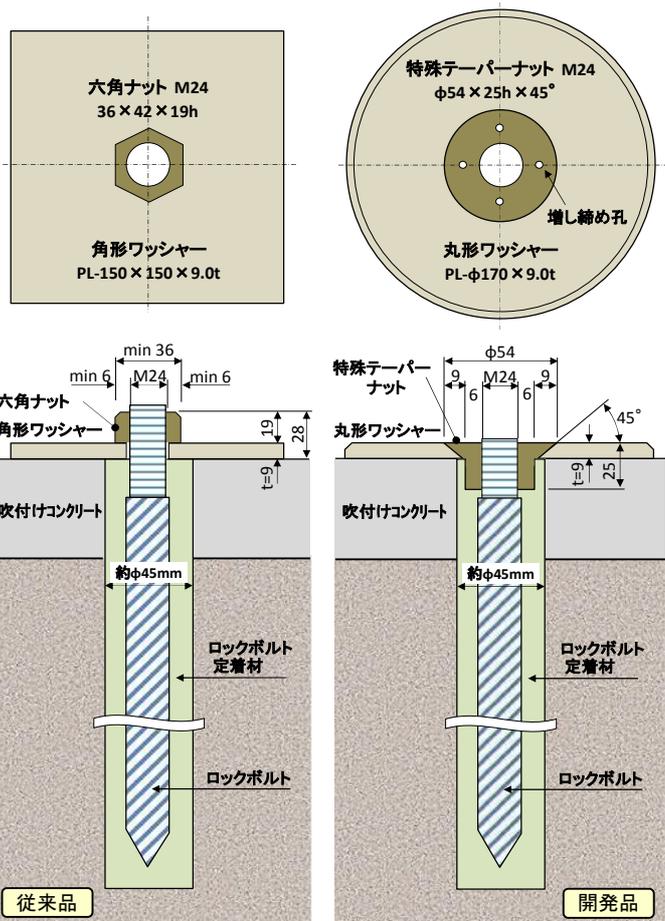


図-2 従来品（左図）と開発品（右図）の比較図



写真-3 突起レスロックボルト試験施工

5. 今後の展開

今後、本製品を山岳トンネルの総合評価案件における防水工や覆工コンクリートの品質向上対策として、積極的に提案していくと共に、当社のトンネル施工現場での採用を提案していきます。

販売は、ロックボルトと本製品のセットで、カテックス(株)（社長：加藤巳千彦）より2016年秋以降に行う予定であり、NETIS登録も同時期に行う予定です。