ハイブリッド型自穿孔ロックボルトの開発

戸田建設(株)　フェロー会員　○髙橋　浩
戸田建設(株)　村松富士登
戸田建設(株)　石川　巧
(株)カテックス　浅井　勉

１．はじめに

トンネルの鏡ボルトなどに採用されている自穿孔 GRP(Glassfiber Reinforced Plastic)ロックボルトは，比較的硬質な地山などにおいて穿孔時に大きな負荷がかかるとボルトの破断や破損等の不具合が生じていた．今回，穿孔時の破断や破損を防止できるハイブリッド型自穿孔ロックボルトを開発した．本報告は，その概要について記述したものである．

２．従来品の問題点

自穿孔 GRP ロックボルト（従来品）とは，孔壁が崩れやすい軟弱地山を補強するロックボルトのひとつで，将来の拡幅掘削など，後工程で切断される場合等に採用する中空ロックボルトである．ボルト本体の素材がガラス繊維強化プラスチック（GRP)であるため切断が容易で，ボルト先端にビットを取り付け，自ら穿孔できる機能を付加したものである．

比較的硬質な岩塊や礫などが混ざる地山において，従来品をドリルジャンボで穿孔する際、打撃やローテーション等の衝撃によって，ロックボルト端末部のガラス繊維が壊れるなど，ボルト本体の破断や破損が生じやすかった（**写真-1**，**写真-2**）．また，付属治具（ナット，プレート，注入治具，引抜き試験治具等）の設置ができない不具合も発生していた．

写真-1　従来品の破断状況

写真-2　従来品端部の破損状況

３．ハイブリッド型自穿孔ロックボルト

今回開発したハイブリッド型自穿孔ロックボルト「FSD（Fiber Steel Driling）ロックボルト」（開発品）は，従来品の端末部 1m を鋼材（接続部と中空鋼製ロックボルト）に置き換えたもので，以下の特徴がある．

①穿孔時，ドリルジャンボのドリフターの打撃や回転等の衝撃を緩衝し，中空 GRP ロックボルト本体の破断や破損を防止できる．

②一般的な中空鋼製ロックボルトと同様に，付属治具（ナット，プレート，注入治具，引抜き試験治具等）の取り付けが容易である．

図-1，**写真-3** および**表-1** に従来品と開発品の比較を示す．

キーワード　自穿孔ロックボルト，GRP，ハイブリッド型
連絡先　〒104-8388　東京都中央区京橋 1-7-1　戸田建設(株)土木工事統轄部　TEL03-3535-1611

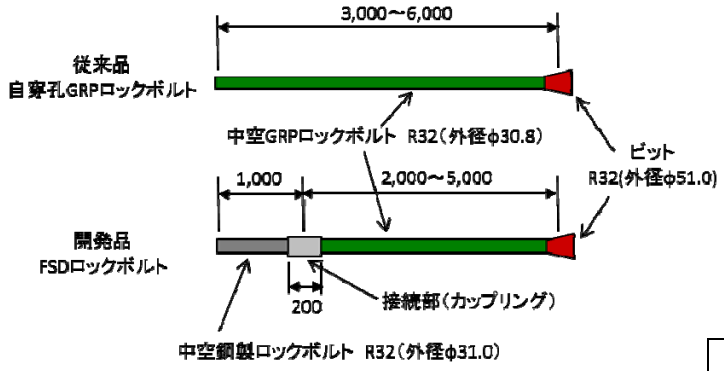

図-1 従来品と開発品

写真-3 開発品（手前）
※写真はロックボルト長 3.0m

表-1 従来品と開発品の比較

項目		従来品 自穿孔 GRP ロックボルト	開発品 FSD ロックボルト
中空 GRP ロックボルト部	長さ(m)	4.0	3.0
	呼び径	R32(外径 φ30.8)	R32(外径 φ30.8)
	単位重量 (g/m)	950	950
	引張強さ (kN)	365	365
接続部（カップリング）	長さ(m)	-	0.2
	外径 (mm)	-	42.7
	重量 (g)	-	1,300
	引張強さ (kN)	-	400
中空鋼製ロックボルト部	長さ(m)	-	1.0
	呼び径	-	R32(外径 φ31.0)
	単位重量 (g/m)	-	3,600
	引張強さ (kN)	-	280
ビット	呼び径	R32(外径 φ51.0)	R32(外径 φ51.0)

※ロックボルト長 4.0m の場合

４．実証試験結果

開発品の中空 GRP ロックボルトと中空鋼製ロックボルトの接続部（カップリング）の引抜き耐力に関しては，公的機関による試験（JIS M 2506:1992 ロックボルト及びその構成部品：ロックボルトのねじ部引張荷重試験）を実施した結果，従来品と同等以上の性能があることが確認できた．

５．試験施工結果

開発品の穿孔時の不具合発生の有無等を確認するために，当社施工中の中部地方の道路トンネルにおいて試験施工を実施した．試験施工箇所の地質は，砂質片麻岩主体で局所的に花崗岩類が貫入している．

試験施工では，下半切羽に従来品および開発品を各 3 本ずつ打設し，穿孔状況，モルタル注入，引抜き試験などの施工性を比較，確認した．

従来品では，花崗岩類部分の穿孔の際に若干強い打撃を与えたところ，中空 GRP ロックボルトの中間部の破断（**写真-1**）やドリフターとの接続部（端部）で破損（**写真-2**）が発生した．

開発品の穿孔においても同程度の打撃を与えたが，破断や破損は発生しなかった（**写真-4**）．また，開発品はモルタル注入（**写真-5**）や後日の引抜き試験においても，不具合や問題点等は確認されなかった．

写真-4 試験施工（削孔状況）

写真-5 試験施工（モルタル注入状況）

６．おわりに

今回，山岳トンネル（NATM）の支保部材のロックボルトのひとつである自穿孔 GRP ロックボルトの不具合を解消できるハイブリッド型自穿孔ロックボルト（FSD ロックボルト）を開発した（特許出願済）．本ロックボルトの採用により，従来品の施工時に発生する GRP ロックボルト本体の破断や損傷が防止でき，ロックボルトの施工性や品質が向上する．今後は，積極的な現場展開を図っていきたい．