

「高速・高剛性ボルト（高高ボルト）システム」の開発

前田建設工業（株）正会員 森田 篤 正会員 櫻井 孝臣 正会員 水谷 和彦
（株）カテックス 足立 忠彦 浅井 勉 正会員 岩本 昭仁 正会員○安田 耕治
一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 寺戸 秀和

1. はじめに

本研究では、高剛性で二重管削孔方式の補助工法に比べ高速施工が期待できるボルトと既往の定着材・注入材を組み合わせることで軟弱地山や高圧大量湧水地山に対応できるボルトシステムを開発した。本稿ではこれを高高ボルトシステムと呼ぶ。芯材となる高剛性ボルト KAT-R51 は、中空構造で外径 $\phi 51\text{mm}$ 程度の全ネジ形状を呈しており、標準長は $L=3\text{m}\sim 6\text{m}$ である。ボルト本体の引張強度は 400kN/本 以上と高く、従来の長尺フォアパイリングに使用する鋼管と同程度のせん断力も有する。

2. 高剛性ボルト

高剛性ボルト KAT-R51（以下、KAT-R51）の機械的物性を表-1 に示す。また、長尺フォアパイリングに使用される一般的な鋼管との比較を表-2 に示す。

表-1 機械的物性表

名 称	単 位	KAT-R51
素管外径	mm	50.8 ± 0.4
素管内径	mm	$34.8+15(\%)/-10(\%)$
引張耐力	kN/本	400 以上

写真-1 KAT-R51



表-2 一般的な長尺フォアパイリング鋼管との比較表（参考値）

管種類	素材	外径×内径 (mm)	断面積 (mm^2)	破断荷重 (kN)	せん断力 (kN)	重量 (kg/m)	1mあたり 推進時間 (分/m)
小口径鋼管	STK400	76.3×65.9	1,161.5	465	139	9.1	4
AGF 鋼管	STK400	114.3×102.3	2,041.3	817	245	16.0	8
KAT-R51	S45C	50.8×34.8	1,075.6	677	234	8.5	2

KAT-R51 は、全ネジ形状の中空型ボルトであるため、先端部に専用のロストビットを装着し自穿孔方式で削孔することにより削孔推進を高速化でき、削孔水量の低減ができる。また地質状況に応じて挿入方式、自穿孔方式を選択でき合理的かつ経済的な施工が可能となる。図-1 に挿入方式、図-2 に自穿孔方式のイメージ図を示す。

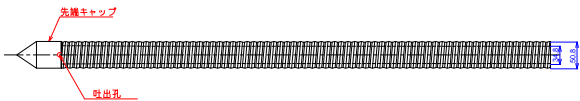


図-1 KAT-R51 挿入方式

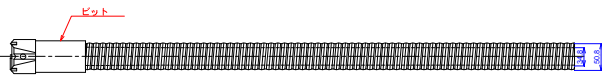


図-2 KAT-R51 自穿孔方式

キーワード 高速・高剛性ボルト，高速施工，補助工法

連絡先 〒460-8331 名古屋市中区上前津 1 丁目 3 番 3 号（株）カテックス TEL:052-331-8821

3. 高高ボルトシステム

高高ボルトシステムは後注入早強モルタル、シリカレジン、高強度シリカレジン、ウレタン系減水・止水材など定着材・注入材を選択することで地質状況、湧水状況、および施工目的に合致したシステムである。表-3 に高高ボルトシステムの一覧を示す。

表-3 高高ボルトシステム

Type	Type- I	Type- II	Type- III	Type- IV
区別	早強定着型	瞬間改良型	瞬間高強度改良型	高圧大量湧水対応型
種類 (名称)	後注入早強モルタル (e モルタル赤)	シリカレジン (スーパーSRF)	高強度シリカレジン (ガンバン SRC)	ウレタン系減水・止水材 (KOD-M)
特徴	後注入方式の早強モルタル。湧水下では希釈し流出する可能性がある。	切羽補強対策工における標準的なウレタン系注入材。細い間隙性の地山～亀裂性岩まで幅広く適用できる。	瞬間改良型であるシリカレジンよりも高強度を有し、硬化後すぐに 40N/mm ² 以上の強度を発現する。滞水脆弱地山で高強度地山改良が必要とされる場合に使用される。	湧水圧が高く、大量湧水が懸念される地山での減水止水対応として適用される高強度ウレタン系注入材。無発泡の場合で硬化後すぐに 60N/mm ² 以上の強度を発現する。

4. 使用用途

高高ボルトシステムは、高速・高剛性で施工性のよい KAT-R51 と定着材・注入材の組合せにより多岐にわたって適用が可能である。図-3 に使用用途および表-4 に使用目的別の定着材・注入材分類（例）を示す。

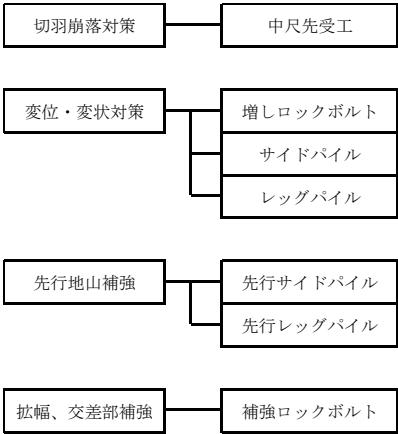


図-3 高高ボルトの使用用途

表-4 使用目的別の定着材・注入材分類（例）

湧 水		湧水なし		湧水あり		高圧大量湧水	
使 用 目 的		定着	改良	定着	改良	定着	改良
Type- I	後注入早強モルタル	○	—	—	—	—	—
Type- II	シリカレジン	—	○	—	○	—	—
Type- III	高強度シリカレジン	○	○	○	○	—	—
Type- IV	ウレタン系減水・止水材	—	—	○	○	○	○

5. まとめ

山岳工法は、様々な制約条件により脆弱な地山状況下におけるトンネル交差や拡幅工事、あるいは高圧大量湧水下におけるトンネル掘削等にも適用されている。そこで、トンネル掘削に併用する補助工法にも高速・高剛性あるいは高強度補強が求められてきており、施工性、適用性の高い高高ボルトシステムは有効であると考える。