

「高速・高剛性ボルト（高高ボルト）システム」の開発 — 高圧大量湧水を想定した室内模型試験 —

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

流水模擬地山に高速・高剛性ボルト KAT-R51（以下、KAT-R51）を設置し、後注入早強モルタル、高強度シリカレジンおよび高圧大量湧水対応型のウレタン系減水・止水材を注入し、高圧流水下における各種注入材の硬化性能を確認した。その後、流水模擬地山にできた地山改良体から試験片を作製し、「JHS705-1992 ロックボルトの引抜き試験方法」に準拠した試験を実施し KAT-R51 との定着効果を確認した。

2. 流水模擬地山

流水模擬地山は、外径 114mm×4m の透明樹脂パイプに長さ 4m の KAT-R51 を設置し、パイプと KAT-R51 の隙間へ 20-05 の碎石を詰めた。

パイプ内に 10L/min の注水を行いながら、高圧流水状態を再現する。表-1 に示す注入材は、KAT-R51 のボルト口元から先端吐出孔を通して流水模擬地山内に充填・注入される。試験装置を図-1 に示す。

表-1 使用した注入材

種類	名称 (Type)
後注入早強 モルタル	e モルタル赤 (Type-I)
高強度 シリカレジン	ガンパン SRC (Type-III)
ウレタン系 減水・止水材	KOD-M (Type-IV)

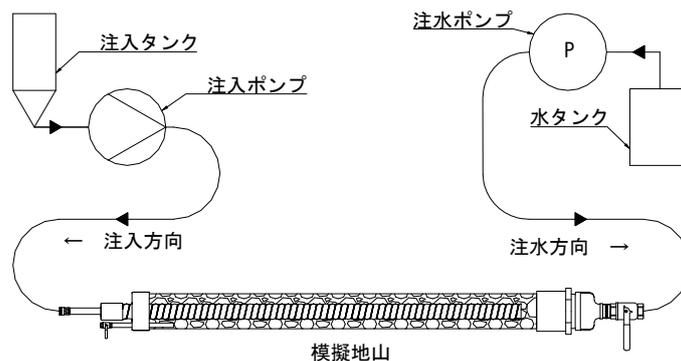


図-1 試験装置

3. 各注入材の注入結果

各注入材の注入結果を表-2 に示す。

表-2 注入結果

名称 (Type)	水量 (L/分)	注入材流量 (L/分)	最大水圧 (MPa)	注入圧 (MPa)	発泡倍率 (倍)	流出の有無	充填性
e モルタル赤 (Type-I)	10	15	—	6.0	—	流出	×
ガンパン SRC (Type-III)	10	10	1.5	3.5	1.0	一部流出	○
KOD-M (Type-IV)	10	10	4.0	4.0	1.5~2.0	流出無し	◎

後注入早強モルタルは、ほぼ全量が希釈し流出した。高強度シリカレジンは、注入初期段階の注入材が流出したもの、やや不均一ではあるが改良域が得られた。ウレタン系減水・止水材は、パイプ内への注水圧力が 4.0MPa まで上昇しても注入材の流出は見られず、KAT-R51 周辺に明確な高強度の改良域が形成された。

キーワード 高速・高剛性ボルト, 高圧大量湧水, 高速施工, 高強度改良,

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

4. 引抜き試験

引抜き試験は、流水模擬地山内で改良域が確認された高強度シリカレジン（以下、ガンバン SRC）とウレタン系減水・止水材（以下、KOD-M）について実施した。各種注入材の改良域の状態と引抜き試験結果を表-3 および図-2 に示す。

表-3 改良域の状態と引抜き試験結果

Type	名称	改良域の状態	試験時最大荷重	試験時最大変位量
Type-I	e モルタル赤		流出により試験不可	
Type-III	ガンバン SRC		260kN/m	5.67mm
Type-IV	KOD-M		350kN/m	7.14mm

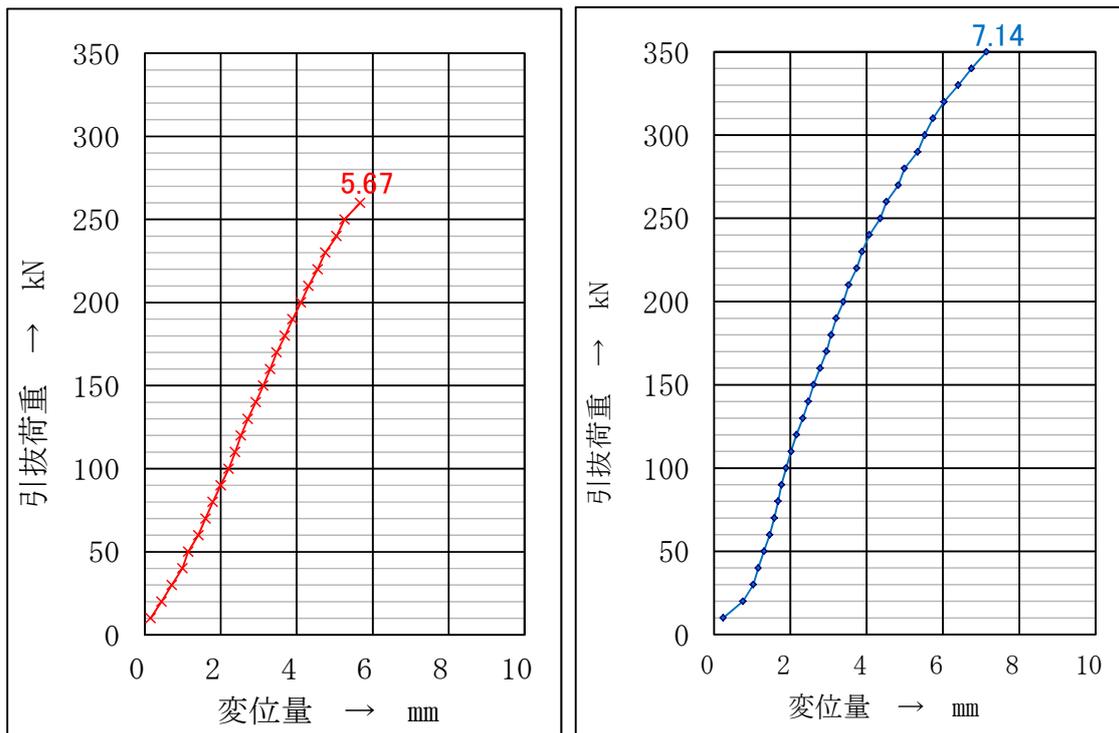


図-2 引抜き試験結果（左：ガンバン SRC、右：KOD-M）

KAT-R51 と各種注入材の引抜き最大荷重は、ガンバン SRC が 260kN/m、KOD-M が 350kN/m となり、いずれも確実なボルト定着を確認できた。

注入材の圧縮強度であるホモゲル強度が KOD-M で $60\text{N}/\text{mm}^2$ 以上、ガンバン SRC で $40\text{N}/\text{mm}^2$ 以上と高強度であり、水に希釈することなく反応し固結体を形成するという特徴を有していることから、流水下においても注入材が充填され高強度の固結体が形成された。これにより、大きな引抜き荷重が得られたと考えられる。特に KOD-M については、4.0MPa 程度の高压湧水下においても、地山改良体およびボルト定着を確認できた。

5. まとめ

今回の高压大量湧水地山を想定した室内試験において、高強度シリカレジンであるガンバン SRC、ウレタン系減水・止水材である KOD-M とともにボルト定着効果が確認された。この試験結果より湧水地山におけるボルト定着にはガンバン SRC、湧水圧が高く大量湧水が懸念される地山には、高压流水下においても注入材が流されにくく、地山への充填性が高い KOD-M が有効であると考えられる。ガンバン SRC も KOD-M も高強度を有しているウレタン系注入材であり、施工性のよい高速・高剛性ボルトである KAT-R51 と組み合わせることで、早期に高剛性かつ高強度の地山補強効果が期待できる。このような大量湧水および高压大量湧水が懸念される工事において、本報分が参考となれば幸いである。