

東京都立大学 正員 山 本 稔
久保田鉄工㈱ 正員 木 川 富 男

1. はじめに

全面接着型ロックボルトとして、モルタル定着型、レジン型およびセメントミルク注入型等が実用になっている。しかし、湧水地盤においてはいつれのロックボルトも施工時に接着材が湧水によって押し出される危険があるし、また地山と接着材との付着が水によって阻害されたりして問題を起こすことがある。たゞし、セメントミルク注入型においては排気チューブから湧水を排水しながらセメントミルクを注入し、湧水とセメントミルクを順次置換することができる場合には良い結果を得ているが、この場合でも湧水の量、水圧および湧水の位置等によっては注入したセメントミルクは湧水によって洗われ、うすめられることになり、施工の信頼性に問題がある。湧水個所におけるロックボルトの信頼性を高めるには、湧水とセメントミルクの混合をいかに防ぐかがポイントになろう。ロックボルト全体に袋を被せ、袋内部の注入されたセメントミルクと袋外部の湧水とを遮断する方法はこの解決策として有効かと思われる。しかし、この方法では湧水とセメントミルクの混合を防ぐことは可能にしても、逆に、地山とセメントミルクとの付着を切ることになり、引抜抵抗力を低下させることが予測されるため、実験によってその程度を確める必要がある。この報告は、湧水条件を設定して行った基礎的実験と実用化を兼ねてトンネル現場で使用した実績とに関するものである。

2. ロックボルト、注入材および注入装置

注入式ロックボルトは図1に、注入材の配合は表1に、注入装置は写真1に示す。 注入ホース長さ：10 m，注入量：6 ℓ/分，注入圧：3～5 ㎏/㎠。

表1 急硬式セメントミルクの標準配合

銘柄名	A 液	B 液	A (%)	B (%)	遅延剤	注入ミルク (%)
クボタ急硬式セメントミルク	硬化材	普通ボルトランドセメント	$W_1/A=55$	$W_2/C=48$	0.9(%)	$(W_1+W_2)/(A+C)=50$ $A/(A+C)=30$

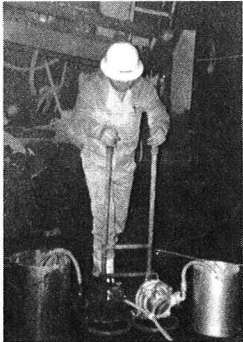


写真1 注入装置

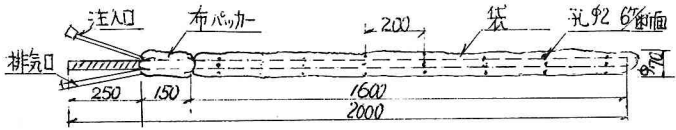


図1 注入式ロックボルト

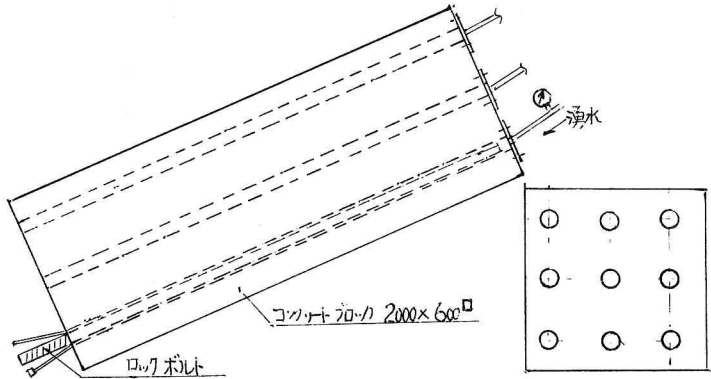


図2 コンクリートブロックによる湧水時引抜試験

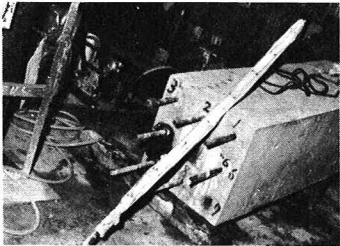


写真2 湧水時引抜試験

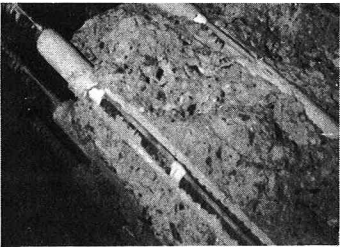


写真3 注入材断面

3. コンクリートブロックによる湧水時，引抜試験

湧水地盤を想定して、コンクリートブロックに孔をあけ、その奥より水を孔内に流しこむ方法をとった。

湧水量：5ℓ/分，水圧：0.8 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ と2 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 。

3-1. 湧水無、袋有、無の引抜試験

袋有は再養生24Hでは、20Tでも引抜けなかった。

3-2. 湧水時の袋無の引抜試験

湧水無と同様に引抜抵抗を示した。

3-3. 湧水時の袋有の引抜試験

養生時間22Hで12Tであったが75Hでは20Tでも引抜けなかった。

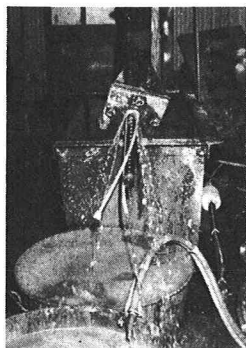


写真4 2重管試験

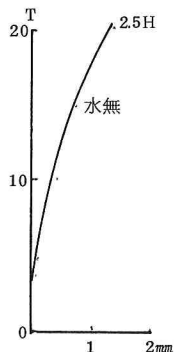


図3 水無袋無

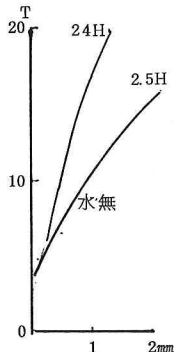


図4 水無袋有

4. 2重管による湧水時引抜試験

湧水が孔壁全体にわたっている場合を想定して2重管を用い、その内管に管全周にわたり孔をあけ、管内に水が流入するようにした。

湧水：5ℓ/分，水圧：2 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 。

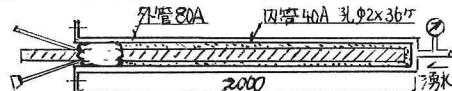


図10 2重管湧水試験

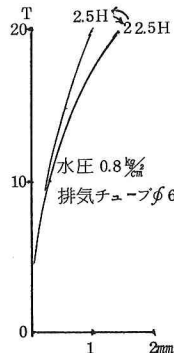


図5 水有袋無

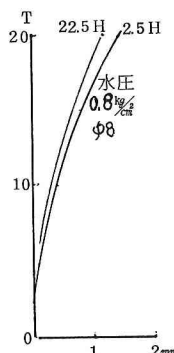


図6 水有袋無

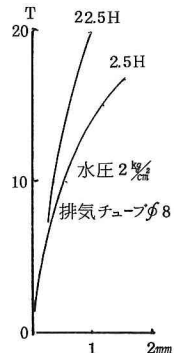


図7 水有袋有

5. トンネル現場における引抜試験

袋の有無について引抜試験したが両者とも養生時間3Hで20T以上の強度を示した。

地質：凝灰岩，湧水：無，削孔：油圧ジャンボ

6. 結 論

湧水があってもそれが孔の奥からある場合は通常のボルトで袋を被せないでも十分施工できることがわかった。しかし、湧水が孔口付近にあり注入したセメントミルクが湧水で洗われる状態では袋を被せる必要がある。袋の引抜抵抗に及ぼす影響は注入後初期においてははあるが2日も経過すれば使用上差支えない程度に強度が増加する。これは袋の介在によって孔壁とセメントミルクの付着は殆んど期待できないが注入に当たりセメントミルクに圧力をかけ孔軸方向の地山の凹凸に袋をなじませれば硬化したセメントミルクの摩擦抵抗と剪断抵抗が効果的に作用する結果であると判断される。鋼管のように孔壁がなめらかで真直なものでも養生時間24Hで11Tの引抜抵抗がでるのもこのためと思われるが、実際の地山では孔壁の荒れにより軸方向に凹凸があるのが普通であり、大きな引抜抵抗があることは容易に予測される。

試用の結果もこの事実を示している。

以上

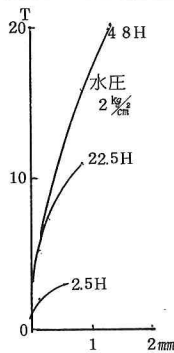


図8 水有袋有

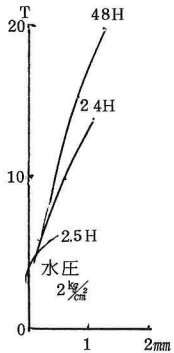


図9 水有袋孔付

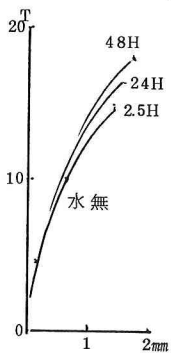


図11 単管袋無

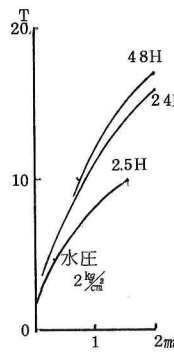


図12 2重管袋孔付

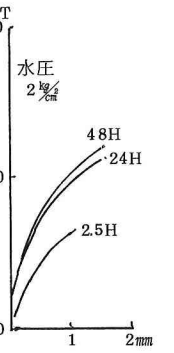


図13 2重管袋有

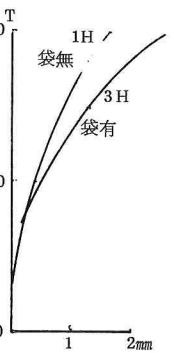


図14 現場試験