

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

孔壁が崩れ易い地山におけるロックボルト工には一般に自穿孔型ロックボルトを用いるが、この型のロックボルトとしてはアルビアルアンカーまたはオーガータイプのものなどが使用されている。しかし、いづれも砂礫層に対しては簡便な機械による削孔が難しく、適当な方法がないのが現状である。

そこで、ボーリングシステムを応用した、ジャックハンマーによる自穿孔型ロックボルトを開発した。ロックボルトを鋼管に通し、その先端にダクティル鋳鉄製のビットをねじ固定し、右回転のジャックハンマーを圧搾空気で駆動し、それと同時に鋼管とロックボルトの間に送水し、圧搾空気と水をボルト先端より噴出させ、ケーシング掘りを行うものである。この性能試験の結果をここに報告する。

2. 開発の経過

自穿孔型ロックボルトの完成までに実施した現場試験の内容と結果を表1に掲げる。

表 自穿孔型ロックボルトの開発経過

試験番号	土 質	削孔方法	削 孔 時 間	結 論
1	ローム	カラ繰り	ジャミングにより削孔不可	水繰りが必要
2	ローム、礫	水繰り	ローム16分、礫1時間	ビットの繰り溝を深くし、 径を大きくする。

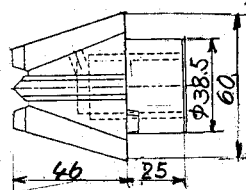
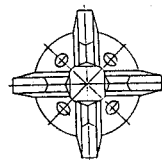


図1. ビットの形状

3. 自穿孔型ロックボルトの構造と打込治具

自穿孔型ロックボルトはダクティル鋳鉄製ビット、ねじふし鉄筋、鋼管のケーシングから成る。その構造を図2に示す。ねじふし鉄筋とビットの固定はねじの締結により、鋼管とビットの固定は端部の切込みによる。打込み治具の一端はジャックハンマーに挿入するため六角形状のシャンクで、他端はねじふし鉄筋と接続するため、ナット状にねじ加工された軸で、その中間部には送水のためのリングでシールされた回転自由のジャケットが取りつく。軸の中心には圧搾空気と水を通す孔があげられている。圧搾空気と水はシャンクの中心の孔を通してボルトとケーシングの空間を抜けて、ビットの先端の孔から削孔中へ噴出する。この水はずりと共にスライム化し、ケーシングと孔壁との隙間を通して孔外へ排出される。

削孔後、ボルトを孔内に残し、ケーシングを抜き取る。ケーシング抜き取り後、モルタルまたは、セメントミルクを注入してボルトを地山へ定着させる。ボルトに布パッカーを取りつけてセメントミルクを圧入する場合は前とは逆にケーシングを残してボルトを抜き取り、布パッカー付のボルトと交換し、これをケーシング内に挿入し、ケーシングを抜き取り、セメントミルクをこれに注入する。なお、孔くずれが激しい場合にはケーシングは抜き取らずに埋め殺す。

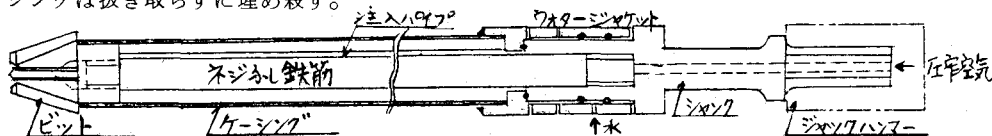


図2 自穿孔型ロックボルト構造図

4. 試験方法

ローム、砂礫およびシルト質砂の3種類の土質について試験した。

ビットの形状は傘形、シリンダーストレート形、およびシリンダーラップ形で、それぞれの刃の形状を水平刃と斜刃の2通りとした。

5. 試験結果と考察

土質、ビットの形状、刃の形状および穿孔所要時間を表2に示す。砂礫においてはシリンダー形より傘形の方が良い結果を得た。これは傘形の先端が尖っているため、地山へくい込み易く、礫をケーシング外の孔壁に押し込み易いことによる。この削孔方法はビットが礫に当たってもそれを削り取る力はないため、礫の周りの土をスライム化して孔外へ排出し、その空間へ礫を押し込むことによる。そのため孔壁には押しやられた礫が残り孔を形成することになる。礫の最大径はビット径程度までであると考えられる。この試験に用いたビット径の60mmに対し、礫の最大径は65mmであった。

礫の削孔には、削孔中にケーシングを出し入れすることは礫の孔内への肌落ちを助長することになるので、ケーシングは出し入れすることなく一度に削孔する方が良い。

削孔において礫の周りの土をスライム化し排出する必要があるが、そのためには送水量、水圧も水道水程度必要であると考え。当初、水量も少なく、低い圧力水を用いて試験したがジャミングを起こして失敗した(No1、2)。

またビットの形状も刃の周りの繰り溝を深くし、スライムを排出し易い形状にしたためジャミングは生じなかった。

ビット径とケーシング径の隙間の大きさもスライム排出に重要である。ビット径はケーシング径より20mm程度大きい方が良かった。

ビットの刃の形状については水平刃と斜刃とは大きな差異はなかった。

ロームまたはシルト質砂においても、砂礫の場合と同様、送水圧と水量が適当であり、ジャミングを起こさせないことが大切である。ビットの形状、寸法、ケーシング径との関係も砂礫の場合と同様スライム排出に重要である。

シリンダー形とストレート形とラップ形については、削孔時間に差異はなかったが、削孔に要する力はラップ形の方がやや少なかった。

6. あとがき

ダクトイル鋳鉄製の傘形ビットを用い、ジャックハンマーに水ぐりの簡単な装置をつけてケーシング掘りを行う、ボウリングシステムを応用した自穿孔型ロックボルトを開発したが、適用できる範囲は礫の大きさが65mm程度までである。これは、礫径が大きくなると破碎する必要性が生じ、ジャックハンマー程度の機械では能力が不足するからである。この点については今後の開発によらなければならない。

おわりに、本開発に当り、終始ご協力を戴いた三井建設株式会社、岡部株式会社の方々に対し深甚な感謝の意を表わす次第である。

表 3. 試 験 結 果

No	土 質	ビットの形状	刃形	穿孔時間	備 考
1	ロ ー ム	傘 形 ②		8分	水圧、水量共小
2	砂 礫	シリンダーラップ形③		17分	"
3	"	傘 形 ①		5分	水道水使用
4	"	傘 形 ②		5分	"
5	"	傘 形 ⑦		3分	"
6	シルト質砂	傘 形 ⑦		1分15秒	"
7	"	シリンダーラップ形④		1分 5秒	"
8	"	シリンダーストレート形⑥		1分 5秒	"

