

球状黒鉛鑄鉄セグメントの注入孔栓の対振動特性について

帝都高速度交通営団	正会員	中島	信
帝都高速度交通営団	正会員	藤木	育雄
株式会社	クボタ	正会員	佐藤 宏志
株式会社	クボタ		清水 豊
株式会社	クボタ		荻野 義道

1. はじめに

地下鉄道のシールドトンネルは列車走行による微振動を常に受けているが、2次覆工を施工しない場合は長期間に亘る微振動によりセグメント注入孔栓がゆるむ可能性がある。この微振動による注入孔栓のゆるみにより注入孔の止水性低下や、まれではあるが注入孔栓の落下につながる恐れがある。したがって注入孔栓は止水性だけではなく振動による落下に対する検討も必要となる。

今回、球状黒鉛鑄鉄セグメント(以下ダクタイルセグメントと称す)用にセグメントと同材質(FCD500)の注入孔栓を開発した。このダクタイル注入孔栓は現在のABS樹脂製に比べてより高い止水性と、長期の耐久性を開発課題とした。一方、ダクタイルセグメントの注入孔はエレクター吊り手金具と兼用するため箱型(中子型)セグメントと比べ、一まわり大きく、また質量が樹脂製の約7倍あるので、地下鉄道トンネルへの実使用に際して振動によって注入孔栓がゆるんだり落下しないことの確認が必要である。

このことから改良型注入孔栓の対振動特性を確認するために、振動試験を実施したので報告する。

2. ダクタイルセグメントの注入孔栓

複線シールド350型ダクタイルセグメントを図-1に示す。注入孔は通常、セグメントのほぼ中央に1ヶ配置される。

注入孔および従来の注入孔栓の断面図を図-2に示す。注入孔のA部に注入孔栓のパッキンB部が押し当てられ止水される。

今回開発した注入孔栓はネジ径、ネジピッチ等の基本形状は従来型と同様であるが、水膨張パッキンのはみ出しを防止するため、図-3のようにパッキンを包み込む構造とした。

3. 振動試験の概要

振動試験装置は図-4に示す動電型振動試験装置VS-2000A-100を使用した。

供試体を試験治具に取付けた状況を図-5に示す。セグメント注入孔に相当するメネジを有する本体供試体に、試験用注入孔栓をネジ込んだものである。

振動試験は振動試験装置に供試体をセットし、一定時間振動をかけた後注入孔栓端部に取り付けた歪ゲージにより歪量を測定し、その値と図-6に示す注入孔栓締付トルクと歪の検量線からトルク値を求め、振動によるゆるみ度合を判定した。

試験条件は表-1および以下の通りである。(1)注入孔栓の締付は現場で通常作業できる約1000kgf・cmとした。(2)パッキンの状態は乾式の場合と、注入孔供試体と注入孔栓を締結した後内面側から水を供給し100時間後に試験を行う湿式の

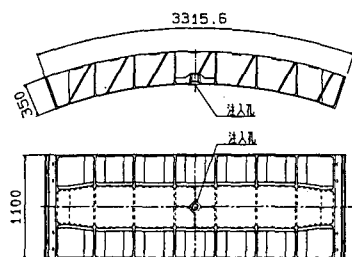
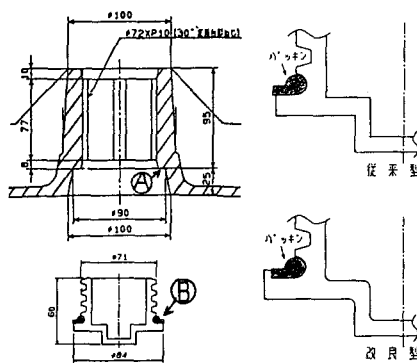


図-1 ダクタイルセグメント図

図-2 注入孔および従来型
注入孔栓の断面図図-3 注入孔栓のパッキン
装着部の拡大図

場合の2種類とした。

なお、実際のセグメント組立では注入孔にグリースや裏込材が付着している場合が多いが、今回の試験は基礎実験としてネジ部および止水面は清浄な状態でを行った。(3)振動の向きは注入孔のネジに対して垂直および水平の二方向とした。(4)負荷振動数は営団地下鉄千代田線や有楽町線に於ける測定結果より1オクターブバンド中心周波数のうち卓越した周波数とした。(5)負荷振動加速度の前記2例の実測値は0.1G～0.01G程度であったが、今回の試験では厳しい条件としてJIS E 4031-89鉄道車両部品の振動試験条件に準じた30G（垂直）、20G（水平）とした。(6)振動時間は3時間一定とした。

表-1 振動試験条件

項 目	試 験 条 件
1 注入孔栓締付トルク	1000 kgf・cm（一定）
2 パッキンの状態	乾式および湿式（100時間水膨張後）
3 振動の向き	注入孔ネジに対して垂直および水平
4 負荷振動数	31.5～44, 63, 125, 250, 500（Hz）
5 負荷振動加速度	垂直-30G, 水平-20G
6 振動時間	3時間（一定）

4. 試験結果

負荷振動数125Hzの試験結果を図-7、図-8に示す。垂直振動および水平振動とも、試験前の締付トルク値1000 kgf・cmが約2時間後に980 kgf・cmまで低下したが、それ以後はトルク値が安定した。

5. まとめ

①振動時間3時間後の締付トルク

値は試験前の締付トルク値1000 kgf・cmに対して約2%の低下に止まっており、注入孔栓のゆるみは殆どないと考えられる。

②パッキンが湿式の場合の方が、締付トルク値がやや低下する傾向にあった。これは止水面の摩擦係数の低下によるものと思われる。

③今回の試験では実際の鉄道トンネルで測定された振動加速度の200～300倍の振動加速度でも注入孔栓は殆どゆるまないことを確認したが、今後は実際の鉄道トンネルに於ける振動条件に近い振動加速度、注入孔栓のネジ部がグリス等で汚れた状態および長時間の試験を行い実用化のメドをつけていきたい。

終わりに、この試験を実施するに当たり御協力頂いた大阪市工業研究所の方々に御礼申し上げます。

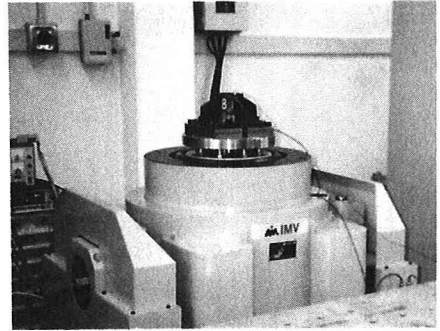


図-4 振動試験装置

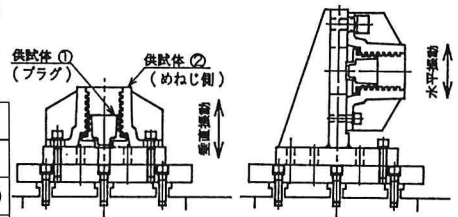


図-5 供試体

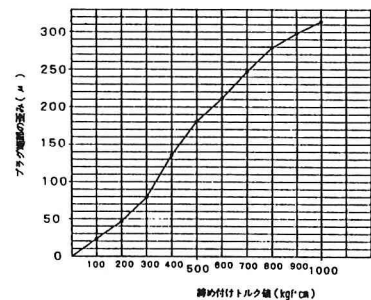


図-6 注入孔栓締付トルク値と歪の検量線

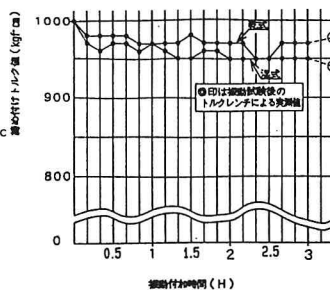


図-7 垂直振動の時間とトルク値

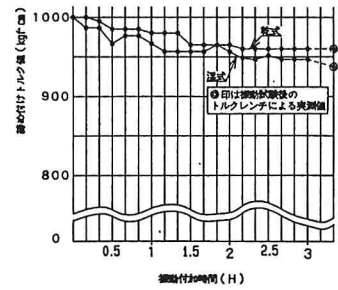


図-8 水平振動の時間とトルク値