

Ⅲ-620

ダクティルセグメントの新型注入孔栓の実試用報告

株式会社 クボタ 中村 哲治
 株式会社 クボタ 正会員 佐藤 宏志
 東京都交通局 正会員 古田 勝
 東京都地下鉄建設株式会社 酒井 孝一

1. はじめに

セグメントのグラウト注入孔は、セグメント組立時の吊り金具のネジ込み孔と、兼用している場合が多い。近年のセグメントは、継手部からの漏水はほとんど無くなったが、注入孔からの漏水が、時々問題となっている。ダクティルセグメントは、従来樹脂製注入孔栓を使用していたが、注入孔栓からの漏水原因は、注入孔栓の強度不足に起因する場合が多いことが判ってきた。本来、注入孔栓もダクティルセグメント本体と同材質であることが望ましいと考え、より高い止水性と、耐久性を目的にダクティル鑄鉄製注入孔栓を開発した。ダクティル鑄鉄製注入孔栓は、質量が樹脂製の7倍であり、二次覆工を施工しないシールドトンネルに使用する場合、ゆるみによる漏水および落下等により、列車走行に障害を及ぼしてはならない。

振動試験装置を用い、注入孔栓を取り付けた供試体に30Gの振動加速度を与えた振動試験においても、注入孔栓がゆるまないことが、既報¹⁾されている。今回、二次覆工しない営業線地下鉄トンネルにおいて、新型注入孔栓の実試用を行い、その経過の観察を行うとともに、列車走行時に注入孔栓が常時受ける振動加速度とその周波数特性を測定したので、その結果を報告する。

2. 実試用の概要

2. 1 実試用について

二次覆工しない営業線地下鉄トンネルでの実試用は、都営地下鉄12号線豊島園駅～練馬春日町駅間の複線シールドダクティルセグメント部（平成3年開通）において行った。セグメントの形状は、外径8500mm×桁高250mm×幅1000mmの3主桁タイプであり、注入孔は外径側スキンプレートに付いている。

取付条件および調査の方法は、以下のとおりである。①取付位置は、注入孔栓を軌道床より約50cmの高さに2カ所、約1m70cmの高さに5カ所の計7ヶ所とした。②注入孔栓の締付けトルクは、通常現場の作業で行う約1000kgf・cmとした。③調査期間は、平成6年2月から平成7年2月の間に約2ヶ月置きに計8回とした。④注入孔栓のゆるみの確認は、セグメント本体と、注入孔栓に付したケガキ線のズレを測定することにより行った。

2. 2 列車走行時の振動測定

①振動測定は、機械用振動加速度計及び1/3オクターブバンド分析器を使用した。②振動測定箇所は図-4の▼印の3箇所としたが、特に実試用注入孔栓については上部の注入孔栓を選び、注入孔栓とその付近のセグメント本体を測定の対象とした。③振動測定の方向は、図-5に示す通り、注入孔栓のネジに対して、水平・垂直及び、トンネル断面において円周方向・半径方向とした。

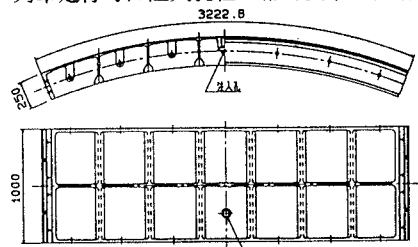


図-1 ダクティルセグメント図
 $\phi 62 \times P10$ (30° 応用台形ねじ)

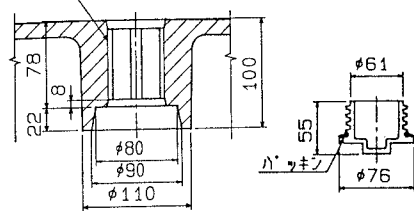


図-2 注入孔及び注入孔栓の断面図

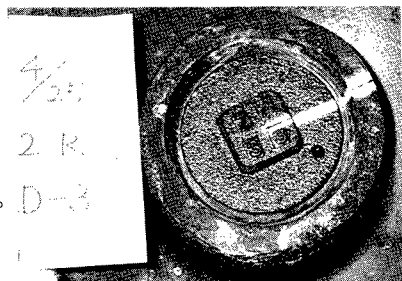


図-3 注入孔栓実試用状況

④測定箇所の概要

- ・列車本数：232本／日、速度：60km/h
- ・列車長：約100m、電車重量：25ton／両、
リニアモーター駆動車両
- ・防振まくらぎ軌道、ロングレール

3. 実試用及び振動測定結果

3. 1 実試用した7個の注入孔栓は、ケガキ線のズレが全くないことから、列車振動によるゆるみは発生しなかったと認められる。また、注入孔栓の変形、割れ、パッキンのはみ出しおよび漏水は皆無であった。

3. 2 振動測定結果

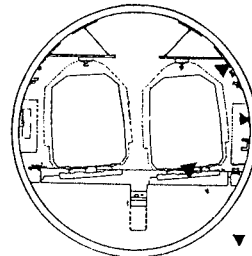
- ①トンネル断面の半径方向の振動加速度レベルは、図－4の▼印の位置について、軌道部（コンクリート道床部）83dB、スプリング部82dB、アーチ部が72dBであった。
- ②注入孔栓部分の振動加速度レベルは、図－5に示すとおり、半径方向成分（図のY、Y'成分）は円周方向（Z、Z'）及び縦断方向（X）に比較して数dBレベル高く、特に注入孔栓のY方向成分のレベルが高い。半径方向成分のレベルが高い傾向は、既存のデータ²⁾と同傾向を示している。
- ③振動加速度の周波数分析結果を図－7に示す。周波数域の全体に渡りレベルが様に分布しているが、800Hz付近にピークが確認される。
- ④これらの測定結果から、リニア駆動小型地下鉄が60Km/hで防振まくらぎ軌道の区間を走行した場合には、振動加速度レベルが約80dB程度であることが確認された。

4. まとめ

- ①注入孔栓が受ける振動は、既存の資料³⁾を参考に判断すると、在来型地下鉄（車両長20m）の場合には+4～5dB、さらに軌道構造がコンクリート直結の場合約+10～15dBを考慮すると、100dB程度を考えれば良い。なお、100dBをGで表示すれば、0.1G（実効値）となる。
 - ②振動試験装置を用い、31.5～500Hzの負荷振動数で20～30Gの振動試験を行っているが¹⁾、今回の測定結果から判断すると、振動加速度の大きさとしては十分であることが確認された。
 - ③実試用を行った結果、注入孔栓の使用上の問題点は生じていないので、同区間において引き続き長期間の追跡調査を行う予定である。
- 終わりに、この調査を行うに当たり御協力頂いた東京都交通局建設工務部設計課及び光が丘保線出張所の方々に御礼申し上げます。

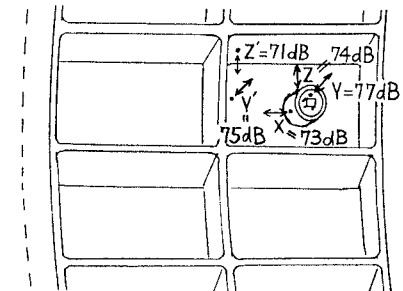
5. 参考文献

- 1) 中島・藤木・佐藤他：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、土木学会第49回年次学術講演会、1994.9
- 2) 古田・長嶋：地下鉄シールドトンネルの振動調査と解析例、トンネル工学研究発表会論文・報告集第1巻、1991.12
- 3) 古田・長嶋・池田：リニア駆動小型地下鉄走行時の軌道及びトンネルの振動、J-Rail講論文集、1994.12

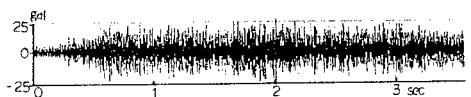


▼：ピックアップ位置図

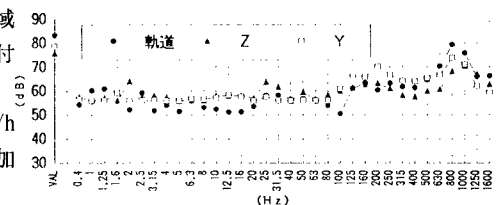
図－4 トンネル断面における振動計取付位置図



図－5 振動の測定位置、方向及び測定結果例



図－6 時系列波形



図－7 1/3オクターブバンド分析結果