

セグメント用リング継手FN継手-R (M16) の開発

日本ヒューム 正会員 ○浦澤 康治 煙山 史 大関 宗孝
 フジタ 正会員 岸下 崇裕 春田 俊哉 芳崎 貴彦
 地下構造技術 正会員 小泉 淳

1. はじめに

近年のシールド工事では、セグメントの締結作業の省力化や高速施工等の観点から、ボルト締結を必要としない継手の開発が進み、実績を増やしている。そのため筆者らはセグメントのリング継手において、ピンボルト挿入時の抵抗が小さい二重円筒くさび方式によるFN継手-R（以下、FNRと呼ぶ）の、ピンボルト径M20型の開発¹⁾を行った。

今回筆者らは、中小口径セグメントの桁高にも対応可能なFNRピンボルト径M16型の開発を行い、継手の性能を確認するために各種性能確認試験を実施した。本稿はそれらの結果について報告するものである。

2. 継手構造の概要

図-1はFNRの構造の概略を示したものである。また写真-1は、実際の継手部品の一部である。本継手は、受け側金物（O型金物と呼ぶ）の内部に、外側は2つ、内側は4つに分割された円筒形くさびと圧縮弾性ばねを設けたものであり、内側くさびの内面はねじ山加工されており、挿入側の金物（I型金物と呼ぶ）とかみ合う形状となっている。

試験を実施したFNR M16型は、M20型からのピンボルト径の縮小量に合わせて、内・外くさびの外径、弾性ばねの外径、金物径など、各部材の寸法を縮小したものである。

3. 性能確認試験

性能確認試験に用いたFNR M16型は、ピンボルトM16（強度区分8.8）相当を設計の目標値として製作した。実施した試験は継手金物単体の挿入試験および引張試験であり、以下にそれらの試験方法と結果を示す。

(1) 継手金物単体での挿入試験

FNR M16型単体としての挿入力を確認するために、挿入試験を実施した。試験は、200 kN 万能試験機を用いて実施した。写真-2はその試験状況である。図-2に挿入荷重と挿入変位の関係を、表-1に試験結果の一覧を示す。表-1に示すように、M16型の最大挿入荷重の平均値は2.51 kNであった。なお、FNR M20型の既往の試験では最大挿入荷重の平均値は1.15 kN¹⁾であり、今回行ったFNR M16型の試験結果の約46%であった。

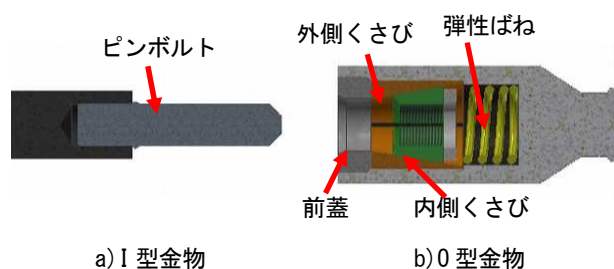


図-1 継手構造の概要



写真-1 継手部品(M16)



写真-2 挿入試験

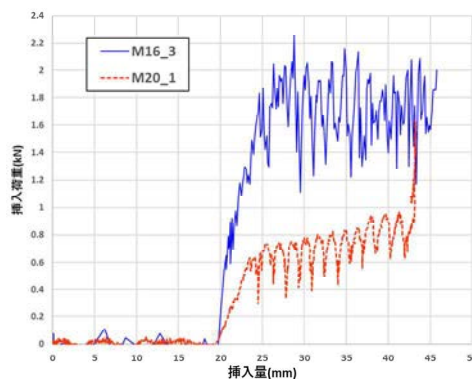


図-2 挿入荷重-挿入変位量

表-1 最大挿入荷重

	最大挿入荷重(kN)	
	M16型	M20型(既往)
1	2.42	0.97
2	2.74	1.18
3	2.26	1.31
平均	2.47	1.15

キーワード:シールド, 継手金物の引張試験, リング継手の引張試験, リング継手の挿入力, 圧縮ばね定数
 連絡先: 日本ヒューム(株) 東京都港区新橋 5-33-11 電話(03)3433-4114 FAX(03)3436-3275

(株)フジタ 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4-25-2 修養団 SYD ビル 電話(03)3796-2298 FAX(03)3796-2304

表-1 に示される挿入荷重の違いは、内側くさびに反発力を付与している圧縮弾性ばねの反力が大きく影響していると考えられるため、弾性ばねのばね定数を測定した（写真-3）。なおばね定数は、ピンボルト挿入時に内側くさびが継手軸方向に摺動する設計上の範囲で、かつ荷重－変位関係が直線となる、ばね圧縮変位 1.5～5.0mm の範囲で算出した。図-3 に測定結果のグラフを、表-2 に結果の一覧を示す。

表-2 に示されるように、挿入荷重の大きかった M16 型の弾性ばねの方が、M20 型に比べてばね定数が 1.5 倍程度大きい結果となった。このことから、弾性ばねのばね定数が挿入力に影響を与えることが確認できた。

表-2 ばね定数		
	圧縮ばね定数(N/mm)	
	M16型	M20型
1	388	261
2	402	266
平均	395	264

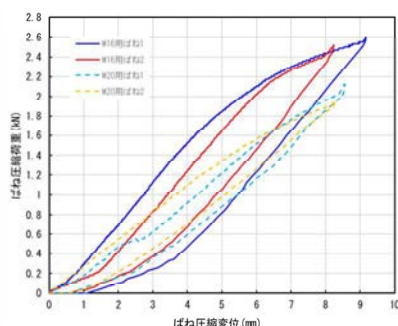


図-3 ばねの圧縮荷重と圧縮変位量



写真-3 ばね定数の測定試験

(2) 継手単体での引張試験

挿入試験で接合した試験体を用いて、FNR M16 型継手の引張性能を確認するために引張試験を実施した。試験は写真-4 に示すように 200kN 万能試験機を用いて実施した。図-4 はその試験結果である。なお M20 型の試験結果は、既往の試験によるものである¹⁾。

最大引張荷重は、ピンボルトの強度区分を 8.8 相当として算定した規格強度 130.3kN をすべての試験体で上回った。また降伏点に至る前の弾性範囲内での荷重と変位との関係も、採取したデータに若干のばらつきがあるものの概ね線形を保持していることが確認された。

写真-5 は、試験後に破断した試験体の状況である。破壊形態はすべて、ピンボルトのくさび内の簾合部のねじ山の破断で、その他の継手部材に大きな変形は確認できなかった。また、図-4 に示した引張試験の試験結果と（1）に示した挿入試験の挿入荷重およびばね反力の試験結果とを比較すると、挿入荷重の大小がピンボルトの最大引張荷重に影響を与えていることは確認できなかった。

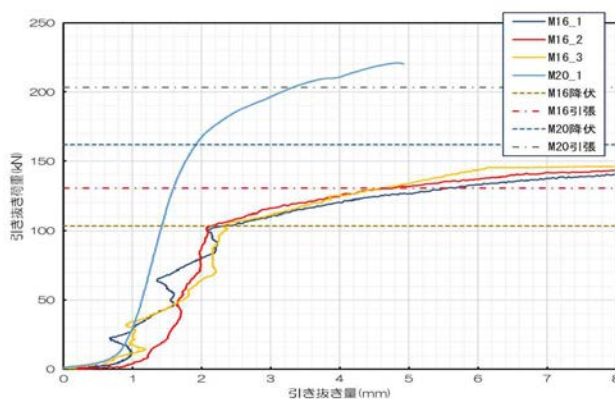


図-4 継手の引張荷重と引張変位量



写真-4 継手引張試験



写真-5 ピンボルト破断状況

4. おわりに

以上の FNR に関する試験の結果から、以下のような知見が得られた。

- ①のピンボルトの挿入力は、圧縮弾性ばねの反力（ばね定数）によって制御することができる。
- ②最大引張荷重は、ピンボルトの挿入力の影響を受けないと考えられるため、部材設計においてはそれぞれを独立して設定することができる。
- ③ FNR M16 型（8.8）の引張耐力は、継手の各部材から設定した設計荷重以上の耐力を有している。

【参考文献】

- 1) 浦澤康治，岸下崇裕，小泉淳，煙山史，春田俊哉，大関宗孝，芳崎貴彦：シールドトンネルセグメントのリング継手開発，土木学会第 77 回年次学術講演会，VI-621，2022.9