

シールドトンネルセグメントのリング継手開発

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、シールド工事では、セグメントの締結作業の省力化と組立ての効率化による施工コストの削減を目的として、従来からのボルト締結継手が変わる継手構造が数多く開発され実績を増やしている。今後も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重要性が増すものと思われる。筆者らは、自己締結力を有するセグメント継手FN継手-Sの開発¹⁾に加え、挿入時の抵抗が小さい二重円筒くさび方式によるリング継手(FN継手-R)の開発を行った。本稿では、FN継手-Rの概要と継手の性能を確認するために実施した各種試験の結果を報告する。

2. 継手構造の概要

図-1は本継手構造の概略を示したものである。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。

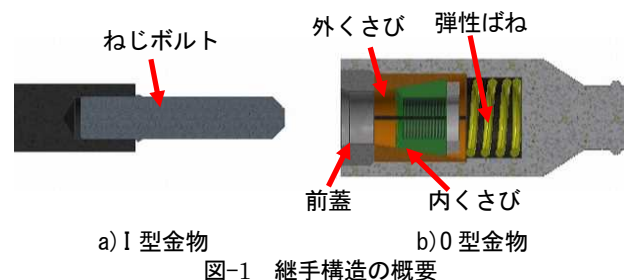


図-1 継手構造の概要

3. 性能確認試験

性能確認試験に用いた継手は、M20(8.8)相当を設計の目標値として製作した。試験内容は、継手金物単体の挿入試験および引張試験、RC平板供試体を用いたリング継手の挿入試験および引張試験、RC平板供試体を用いたリング継手のせん断試験であり、以下にはそれらの試験方法と結果を示す。

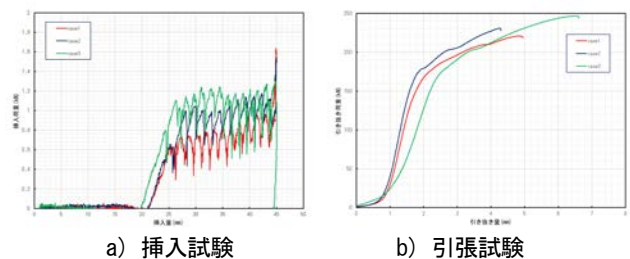


図-2 単体試験の荷重～変位関係

(1) 継手金物単体での挿入試験および引張試験

本継手金物の単体としての挿入力を確認するために挿入試験、引張強度を確認するために引張試験を実施した。これらの試験は、1000 kN アムスラー万能試験機を用い3ケース実施した。図-2に各試験の荷重と変位との関係を、表-1に試験結果を示す。表-1から、挿入力の平均は1.15 kN、引張力の平均は232.8 kNであった。継手単体の引張耐力は、M20(8.8)の設計引張耐力203.3 kN以上の引張耐力を有していることを確認した。また、3ケースともにO型金物の前蓋が抜け出して最終状態を迎えた。

表-1 単体挿入・引張試験結果

ケース名	最大荷重(kN)	
	挿入試験	引張試験
case1	0.97	221.0
case2	1.18	230.9
case3	1.31	246.6
平均	1.15	232.8

(2) RC平板型供試体を用いた挿入試験および引張試験

これらの試験は、実際のリング継手を装着した幅1,000mm、長さ750mm、厚さ225mmのRC平板供試体を用いて挿入性能や引張強度を確認することを目的に実施したものである。試験は、継手の軸心に対し偏芯量0.0mmのケースと、リング間



写真-1 リング継手引張試験状況

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, リング継手のせん断試験, せん断ばね定数
 連絡先: 日本ヒューム(株) 東京都港区新橋 5-33-11 電話(03)3433-5180 FAX(03)3436-3276

(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

の目違いを想定した偏心量 1.0mm の 2 ケースを実施した。写真-1 は挿入試験後に実施した引張試験の状況を示したものである。図-3 に各試験の荷重と変位との関係を、表-2 に実験結果を示す。図-3 の挿入試験結果に示されるように 1.0mm 偏心させた case2 は、挿入初期時に 0.3 kN 程度の挿入力が必要となったものの、内くさびと嵌合する 30mm 以降は case1 と同じ挙動を示した。また、表-2 に示されるように引張試験の最大荷重は、case1 は 275.8 kN、case2 は 273.1 kN と、表-3 に示す設計上設定していた各部材の強度以上の十分な引張耐力を有していることが確認できた。最終破壊状況は、case1 が I 型金物の破断、case2 が O 型金物の前蓋の抜け出しであった。なお、継手単体の引張試験やリング継手の引張試験において、設計破壊荷重がもっとも小さいねじボルト部では破断せず、前蓋が抜け出した要因は、ねじボルト単体の引張強度が 233.4 kN と設計値より大きかったためである。

(3) RC 平板型供試体を用いたリング継手のせん断試験

本試験はリング継手のせん断耐力およびせん断ばね定数を確認することを目的として実施した。リング継手のせん断試験は、幅 1,000mm、長さ 750mm、厚さ 225mm の RC 平板供試体にリング継手を 2 か所設置し、その RC 供試体を 3 枚組み合わせて実施した。3 枚の RC 供試体のうち両端の 2 枚を固定し、中央の供試体の上面を油圧ジャッキを用いて等分布荷重が作用するように载荷した。写真-2 はリング継手のせん断試験状況を示したものである。図-4 は载荷重とせん断変位との関係を示したものである。図に示されるように、最大荷重は 627.8 kN で、M20(8.8) の 4 本分に相当するせん断耐力 468 kN 以上の十分なせん断耐力を有していることが確認された。せん断試験の結果、リング継手のせん断ばね定数は、24,708N/mm であった。

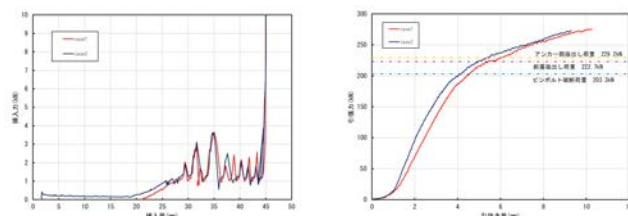
4. おわりに

以上の試験の結果から得られた知見は以下のとおりである。

- ① FN 継手-R の挿入力は 3.6 kN 程度と小さく、1.0mm 偏心させて挿入した場合にも、必要な挿入力が 0.3 kN 程度増加するだけで、この挿入力が実際の施工時に問題とならないことが確認された。
- ② FN 継手-R 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ことが確認された。
- ③ FN 継手-R のせん断耐力は、M20(8.8) に相当するせん断耐力以上であり、十分なせん断耐力を有していることが確認された。

【参考文献】

- 1) 浦澤康治, 大関宗孝, 煙山史, 岸下崇裕, 春田俊哉, 片岡希誉司, 小泉淳: 締結力を有するセグメント継手の開発 (継手ばねの評価), 土木学会第 75 回年次学術講演会, VI-941, 2020.9



a) 挿入試験

b) 引張試験

図-3 リング継手試験の荷重～変位関係

表-2 リング継手挿入・引張試験結果

ケース名	最大荷重(kN)	
	挿入試験	引張試験
case1	3.64	275.8
case2(偏心1.0mm)	3.64	273.1

表-3 各部位の設計破壊荷重

継手金物	部位	設計破壊荷重(kN)	破壊形態
I 型金物	ねじボルト	203.3	ねじ部破断
	アンカー	229.2	アンカー部抜け出し
O 型金物	前蓋	222.7	ねじ山せん断破壊
	アンカー	226.5	アンカー部抜け出し



写真-2 リング継手せん断試験状況

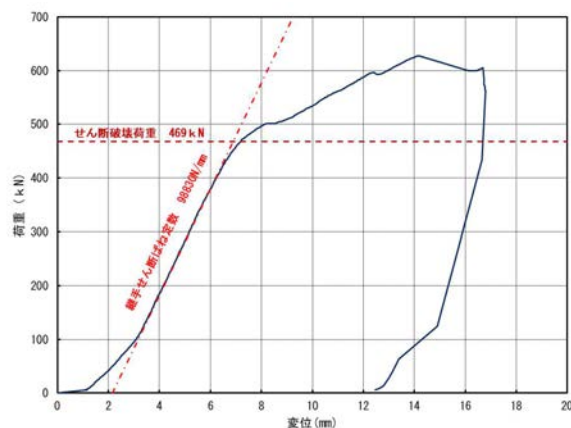


図-4 荷重～変位関係