

## 縮結力を有するセグメント継手の開発（継手ばねの評価）

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 片岡 希誉司  
 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てきた。これらの継手のなかには、締結力が導入できないため組立て時の真円度が低下したり、継手の組立てに大きめの組立て代（遊び）を設けるため、継手部の偏りによりセグメントに悪影響を与えるなどの問題があった。一方、締結力を導入できるようにした継手の場合は、その構造に特殊な機構を採用するため高価なものとなっていた。本報告で提案する継手は、これらの問題点を解決するとともに従来に比べてより簡易な構造によって締結力を導入できるセグメント継手である<sup>1)</sup>。

本報告は、縮結力を有するセグメント継手（以下、本継手と呼ぶ）を用いた継手金物の引張試験および RC 平板供試体による継手曲げ試験を実施し、本継手のばね定数および回転ばね定数を評価したものである。

## 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、受け側の金物（C 型金物と呼ぶ）の内側に、図-1 に示すように弾性ばねを設けたものであり、このばねは C 型金物と挿入側の金物（T 型金物と呼ぶ）とのクリアランス以上に突出させてある。本継手はこの弾性ばねにより締結力を生じさせる機構となっている。継手金物の材質は、球状黒鉛鋳鉄 FCD700 である。

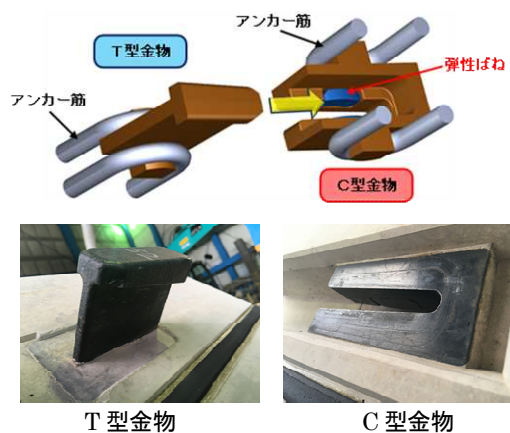


図-1 継手構造の概要

## 3. 継手金物単体の引張試験

本継手の変形性能を確認するために継手金物単体の引張試験を実施した。試験はアムスラー試験機を用い T 型金物と C 型金物を嵌合させた後、引張試験装置にセットして実施した。写真-2 は引張試験の状況である。試験は弾性ばねの有無やその高さの違いを検討するために、ばねのない場合とばねの高さを 1.2mm, 1.4mm, 1.6mm とした場合とを実施した。図-2 は引張試験の結果である。図から、ばねを設けた場合には、約 50kN までほとんど目開きが生じず、それ以降の荷重で目開きが生じることがわかる。一方、ばねがない場合の継手は、継手金物に設けた遊び代分だけ移動した後に目開きが生じている。弾性ばねを設けた継手の荷重 50kN 以降の勾配は、ばねのない継手の勾配とほぼ同じであることが確認できた。これは初期締結力の影響であり、載荷重が初期締結力を越えると、T 型金物と C 型金物が接触し、ばねのない継手と同じ嵌合状態



写真-1 挿入試験の状況



写真-2 引張試験の状況

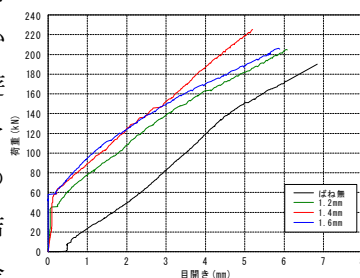


図-2 引張荷重と目開き量

表-1 ばね定数の実験結果

	ばね定数 (kN/mm)	締付け力 (kN)
ばね無	31.0	7
1.2mm	32.8	42
1.4mm	33.6	55
1.6mm	41.2	53

キーワード:シールド, 継手金物引張試験, 継手曲げ試験, 回転ばね定数

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

になることを示している。表-1 は試験から得られた継手金物のばね定数と締付け力との関係を示した表である。表中に示すばね定数はアンカー筋の許容荷重までの勾配から、また、締付け力は、その勾配と目開き量 0mm 位置での交点の値から求めたものである。なお、ばねのない場合のそれらは、初期目開き量が 0mm になるように原点を補正して求めた。

#### 4. 平板供試体を用いた継手曲げ試験

##### (1) 継手曲げ試験の結果

本継手の曲げ性能を確認するために、写真-3 に示すような継手曲げ試験を実施した。図-3 は曲げモーメントと曲率との関係を示した実験結果である。図に示されるように破壊モーメントは、ばねの有無に関わらずアンカー筋の破壊荷重から求めた破壊曲げモーメント 30.2kN・m 以上を有していることが確認された。また継手の曲げ剛性は、弾性ばねの高さを高くすることで大きくなるが、高さ 1.4mm と 1.6mm では、ほぼ同じであることがわかった。これらの結果から、本継手のばねの高さは施工性を考慮して 1.4mm とするのがよいと判断した。

##### (2) 本継手の回転ばね定数

本継手の引張ばね定数は、図-4 に示すように、T 型金物アンカー筋、継手金物および C 型金物アンカー筋から成るばね群としてモデル化し、これらを合成したばねとして式(1)を用いて算出した。なお、アンカー筋のばね定数は、径の 6 倍を有効長として計算している。

$$\frac{1}{k_j} = \frac{1}{4k_a} + \frac{1}{k_{fn}} + \frac{1}{4k_a} \quad \dots\dots\text{式(1)}$$

本継手の回転ばね定数は、継手の引張ばね定数  $k_j$  を用いて、M-K 法により算出し、継手曲げ試験より得られた回転ばね定数は、図-3 に示した設計荷重時の曲げモーメントと曲率より算出した。表-2 は、このようにして求めた回転ばね定数の計算結果と実験結果とを比較した表である。この表から、両者がよく一致していることが確認できる。

#### 5. おわりに

以上の試験の結果から以下の知見が得られた。

- ① 弾性ばねを有する継手は引張荷重約 50kN までほとんど目開きせず、50kN 以降の勾配は、ばねのない継手の勾配と同じであった。このことから、本継手は締結力を有する継手であることがわかった。
- ② 弾性ばねの高さ 1.4mm と 1.6mm では曲げ剛性が変わらないため、施工性も考慮して 1.4mm が最適である判断した。
- ③ M-K 法により算出した本継手の回転ばね定数は、試験結果の回転ばね定数とよく一致した。

#### 【参考文献】

- 1) 磯崎智史・岸下崇裕・春田俊哉，大関宗孝・三岡善平・佐久間翔平・小泉淳：締結力を有するセグメント継手の開発（締結力の効果について），土木学会第 73 回年次学術講演会，VI-170，pp. 339-340，2018. 8

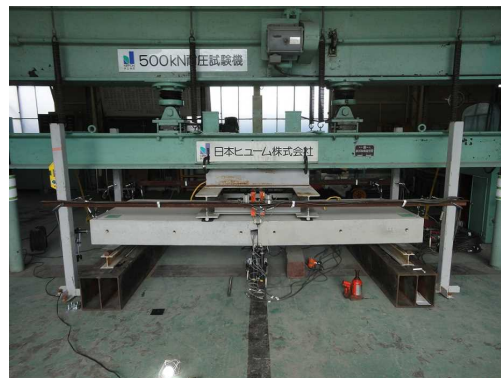


写真-3 継手曲げ試験の状況

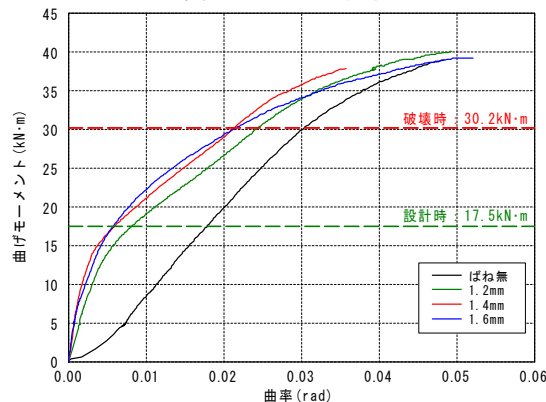
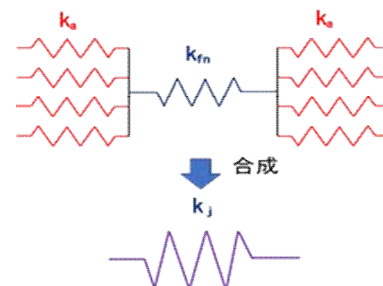


図-3 曲げモーメントと曲率との関係



$k_a$  : アンカー筋のばね定数  $k_{fn}$  : 継手部のばね定数

$k_j$  : 継手のばね定数

図-4 継手ばねのモデル化

表-2 回転ばね定数の比較

	ばね定数 (kN/mm)			締付け力 (kN)	回転ばね定数 (kN・m/rad)	
	アンカー筋	継手金物	継手		計算値	試験結果
	$k_a$	$k_{fn}$	$k_j$			
ばね無		31.0	30	7	865	986
1.2mm	333	32.8	31	42	2239	2146
1.4mm		33.6	32	55	2761	2924
1.6mm		41.2	39	53	2814	3044