

合理的なリング継手（プッシュグリップ3）の研究・開発（その1）

(株)大林組	正会員○上田 潤	正会員 中森 滋子
石川島建材工業(株)	正会員 小林 一博	正会員 國藤 崇
(株)アイ・エル・シー	下田 敏雄	

1. はじめに

大林組は、石川島建材工業、アイ・エル・シーと共同して、シールド工事の急速施工および二次覆工省略を目的に、内面平滑のワンパス型のセグメントを開発してきた。今回、新たに、必要最小限のリング継手の要求性能を満足させる経済的かつ合理的なリング継手、プッシュグリップ3（以下、本継手）を開発した。本報告では、本継手の基本構造と開発に伴い実施した性能試験のうち、要素試験（継手単体挿入・引抜試験）の結果について報告する。

2. プッシュグリップ3の構造

本継手はピン方式の継手であり、図-1に示すように、先端にキーピンを装備した雄側のピンボルトを雌側のパイプ材に挿入することにより継手の締結を行うものである。ピンボルトは、先端が雌側の底部材に押し当てられたあと、キーピンを包み込むように紡錘状に膨らみながら挿入・締結される。このとき、ピンボルト先端がパイプ材の内面形状に追随して膨らむため、これが引抜抵抗となる（図-2）。

(1)雄側

雄側は、ピンボルト、キーピンから構成される。ピンボルトの外径は $\phi 20$ mmである。先端付近には溝が設置されており、挿入時にキーピン形状に追随して紡錘状になるのを容易にする。キーピンは、曲率半径が連続的に変化する球面体である。先端付近に段差を有し、引抜き時にキーピンがピンボルトから抜け出すのを防止する。

(2)雌側

雌側は、パイプ材、底部材から構成される。パイプ材は、内面がテーパ形状になっており、挿入に従いピンボルトを調心する。また、パイプ材内面に段差を有し、引抜き時に紡錘状に膨らんだピンボルトの引抜抵抗となる。底部材は球面座となっており、球面体であるキーピン先端に対して、偏心挿入にされても調心して締結することができる。

3. 要素試験

要素試験として、継手単体での挿入・引抜試験を実施し性能を確認した。要素試験のパラメーターとして、施工誤差を考慮し、基準挿入量 17 mm に対して、1 mm 挿入が浅い挿入量 16 mm と、それぞれの挿入量において、挿入軸から 1.5 mm 偏心挿入した計 4 ケースの試験を各ケース 3 本ずつ実施した（図-3、表-1）。目標引抜力は、0.1MPa の水圧下で、供用時のセグメント目開き量を 1 mm と設定し、1 mm 目開きした状態で即時止水可能な止水シールの反発力（15.5kN）を想定し、1 mm 引抜き時の引抜力 31.0kN（安全率 2 を考慮）を設定した。

キーワード シールド、セグメント、リング継手、ワンパスセグメント、継手単体挿入・引抜試験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 Tel 03-5769-1318

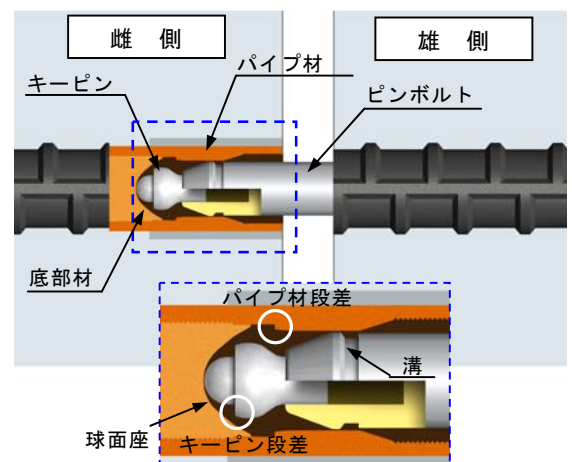


図-1 プッシュグリップ3（締結前）

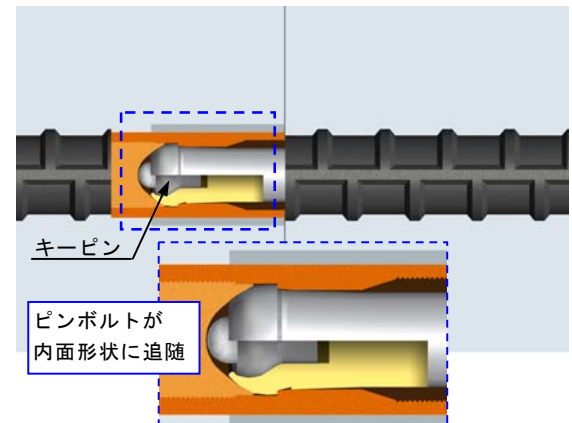


図-2 プッシュグリップ3（締結後）

(1)継手単体挿入試験

挿入試験は、アムスラー試験機を用いて継手を挿入・締結させ、挿入力を確認した。挿入の完了は、パイプ材の入口面と継手間を模擬した試験治具が接触することで判断した。また、挿入力は、挿入力-挿入量のグラフにおける勾配の変化点（接触すると勾配が急に大きくなる）の荷重とした。

表-1、図-4 に挿入試験結果（各3本の平均）を示す。挿入力は挿入量に比例して増加し、所定の挿入量付近に達した時に急激に上昇した。挿入力は、Case-1 と Case-2 で約 150kN、Case-3 と Case-4 で約 140kN であり、挿入が浅い場合は、挿入力が小さい結果となった。また、偏心挿入による挿入力の違いは見られなかった。以上から、セグメント組立時のシールドジャッキ（1000kN ジャッキの場合約 280kN）で十分挿入可能であることが確認できた。

(2)継手単体引抜試験

引抜試験は、挿入試験を実施した試験体で行い、試験治具の上下に M24 のボルトを取り付けて、アムスラー試験機で継手に引張力を作用させ、引抜き 1 mm 時の引抜力と引抜耐力、破壊形態を確認した。

表-1、図-5 に引抜試験結果（各3本の平均）を示す。いずれの Case も 1 mm 引抜き時の引抜力は約 60kN であり、継手間の止水に必要な止水シールの反発力に十分抵抗できることが確認できた。挿入量、偏心量の違いに関係なく引抜力が同等であったのは、いずれの場合もピンボルト先端部が完全にパイプ材内面形状に追随して紡錘形状になっているからであると考ええる。引抜耐力はいずれの場合も 100kN 程度で、ピンボルトは破断せず、ピンボルトの抜け出しであった。

要素試験により性能を確認した後、追加試験として、セグメント、継手の製作精度と施工誤差から考えられる挿入量の違い（14.5～17.5 mm、標準に対して-2.5～+0.5 mm）による挿入・引抜試験を実施した。挿入量が 15.0～17.5 mm（-2.0～+0.5 mm）の範囲では、挿入力に違いはあるが、引抜力は同等であった。これから、挿入量を調整することで、挿入力を低減でき、施工性が向上できると考える。

4. まとめ

リング継手の要求性能を明確にすることで、止水シールの封入を主目的とした合理的な継手構造を開発することができた。今後は、セグメントに埋め込んだ状態での引抜試験や継手せん断試験を実施することで、引張ばね定数、せん断ばね定数を把握し、本継手の幅広い適用性を検証したいと考える。

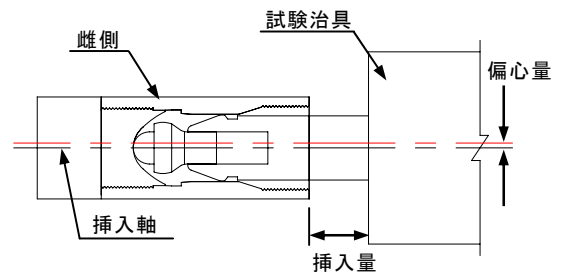


図-3 プッシュグリップ3試験体

表-1 試験結果一覧

	パラメーター		試験結果 (単位:kN)		
	挿入量(mm)	偏心量(mm)	挿入力	1mm時引抜力	引抜耐力
Case-1	17(±0)	0	153	59.4	100.7
Case-2	17(±0)	1.5	159	60.7	100.9
Case-3	16(-1)	0	136	58.9	93.8
Case-4	16(-1)	1.5	132	61.6	105.6

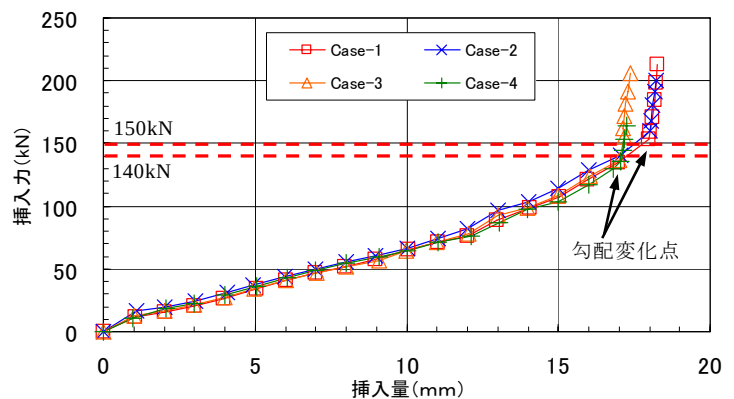


図-4 継手単体挿入試験結果

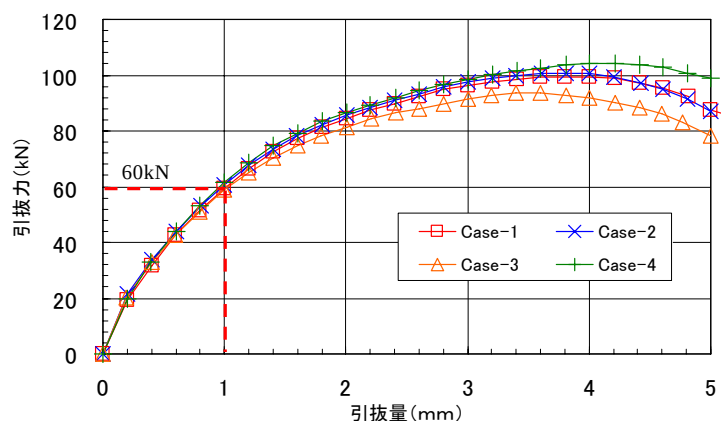


図-5 継手単体引抜試験結果