

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2）

(株)大林組
石川島建材工業(株)
(株)アイ・エル・シー

正会員 上田 潤
正会員 〇國藤 崇
下田 敏雄

正会員 中森 滋子
正会員 小林 一博

1. はじめに

近年、シールドトンネルのセグメントにおいて、急速施工および二次覆工省略を目的にワンパス型の継手が開発されている。プッシュグリップ3の基本構造と要素試験（継手単体挿入・引抜き試験）について、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）¹⁾で報告されている。そこで本報告は、セグメントを模擬した供試体に本継手を配置して実施した挿入・引抜き試験、せん断試験の結果の報告するものである。

2. 挿入・引抜き試験

(1) 試験概要

本継手の開発にあたり、挿入試験では挿入力の確認、挿入過程および締結時にコンクリートに異状が無いこと、引抜き試験では引抜き耐力と引張ばね定数の確認を行った。

(2) 挿入試験方法

図1に示すように、コンクリートに配置された雌側の継手に、ジャッキでピンボルトを挿入・締結させた。供試体は幅1m×長さ2m×厚さ0.15mの平板供試体で、雄側と雌側の継手が各3個埋設されている。コンクリートの設計基準強度は42N/mm²であり、鉄筋は一般的なRCセグメントの配筋とし、継手周りに補強鉄筋はない。

(3) 挿入試験結果

試験は3回実施し、3箇所の継手それぞれ、挿入過程および締結時においてコンクリート表面にひび割れ等の異状は確認されなかった。パイプ材には、締結時にパイプ材の拡張変形によるコンクリートのひび割れを防止するため緩衝材（厚さ5mmのポリエチレンフォーム）を配置しており、緩衝材が有効に作用したと考えている。なお、挿入荷重は3回の平均で162kNとなり、要素試験結果¹⁾と同等の値となった。

(4) 引抜き試験方法

引抜き試験は、雄側と雌側を分けて実施した。試験概要を図2に示す。雌側は挿入試験後の継手にカップラーとM24のボルトを取り付け、センターホールジャッキで継手に引抜き力を作用させた。雄側は継手にボルトを取付け、雌側と同様に行った。試験結果は表1に示すとおり、引抜き耐力は雄側で122kN、雌側で86kNとなった。また、引張ばね定数算出にあたり、引抜き荷重-変位関係を図3に示す。雌側は引抜き力が23kN、60kNで引抜き荷重-変位の勾配が変化している。

したがって、これらの引抜き力をしきい値として引張ばね定数を最小二乗法で算出した。結果は、 $K_{j0-23kN}=84,000kN/m$ 、 $K_{j23-60kN}=35,000kN/m$ 、 $K_{s60-86kN}=11,000kN/m$ となった。

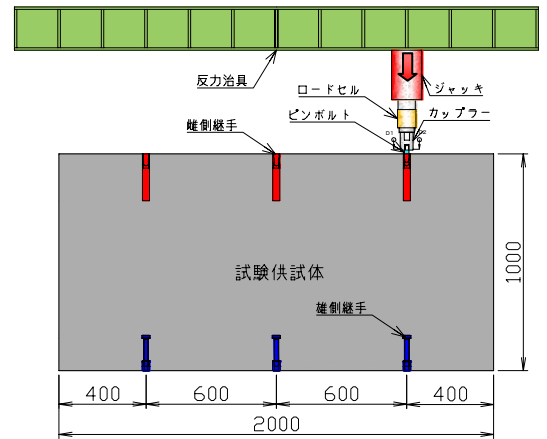


図1 挿入試験概要図

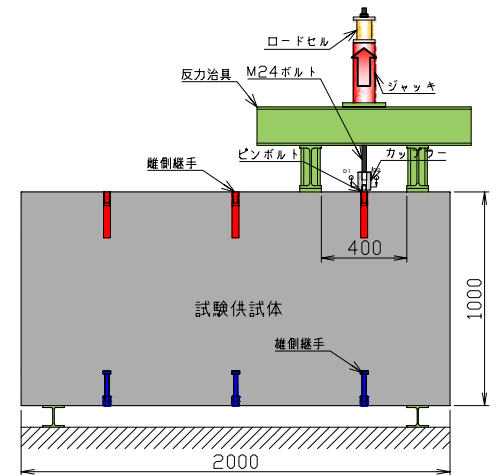


図2 引抜き試験概要図

表1 引抜試験結果

継手	ひび割れ発生荷重	引抜き耐力	破壊形態
雄側	120kN	122kN	ネジ部せん断
雌側	ひび割れなし	86kN	ボルトの抜け出し

キーワード セグメント、リング継手、ワンパスセグメント、継手挿入引抜き試験、せん断試験

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 2-10-14 両国シティコア 石川島建材工業株式会社 Tel03-6271-7368

(5) 引抜き試験考察

引抜きに対する目標値は、目開きが1mmの状態ですぐ止水可能な止水シール材の反発力31kN(安全率2を考慮)¹⁾である。引張ばね定数を用いて変位1mmの際の荷重を算出すると48.8kNとなり、継手の止水に十分な引抜き耐力があることを確認した。

3. セン断試験

(1) 試験概要

本継手を実用化するにあたり、せん断耐力とせん断ばね定数の確認を目的に試験を行った。

(2) 試験方法

試験は図4に示すように、幅0.6m×長さ0.888m×厚さ0.15mの平板供試体(主セグメント1体、添接セグメント2体)を本継手で締結し、主セグメントをジャッキで押し抜く方法で継手にせん断力を作用させた。なお、供試体のコンクリートの設計基準強度は42N/mm²であり、鉄筋は一般的なRCセグメントの配筋とし、継手周りに補強鉄筋はない。

(3) 試験結果

図5に荷重-鉛直変位関係図を示す。せん断耐力は継手2個あたり122kNとなり、破壊形態はコンクリートのコーン状破壊であった。せん断ばね定数は、55kNで勾配が変化しているため、55kNをしきい値としてせん断ばね定数を最小二乗法で算出した。

その結果、 $K_{s0-55kN}=37,000kN/m$ 、 $K_{s55-122kN}=5,000kN/m$ となった。

(4) 考察

継手のせん断耐力はボルトM16(強度区分8.8)相当のせん断耐力が確認できた。大断面および、軟弱地盤においては、リング継手に大きなせん断力が発生し、本継手の強度では満足しない場合が想定される。そのような場合、リング面に凹凸のコンクリートほぞを設けることにより、せん断力はコンクリートほぞに負担させ、継手は止水シールの封入に限定することで適用が可能であると考えられる。

4. まとめ

本継手を用いたセグメントは、挿入過程および締結時、コンクリートに異状がなく、設計に必要な引抜き耐力とせん断耐力、引張ばね定数とせん断ばね定数が得られ、基本性能を確認することが出来た。今後は、実工事に適用された本継手について、施工状況などについて報告したいと考える。

参考文献

福本 上田 小林 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) 土木学会第64回年次学術講演会概要集 2009.9

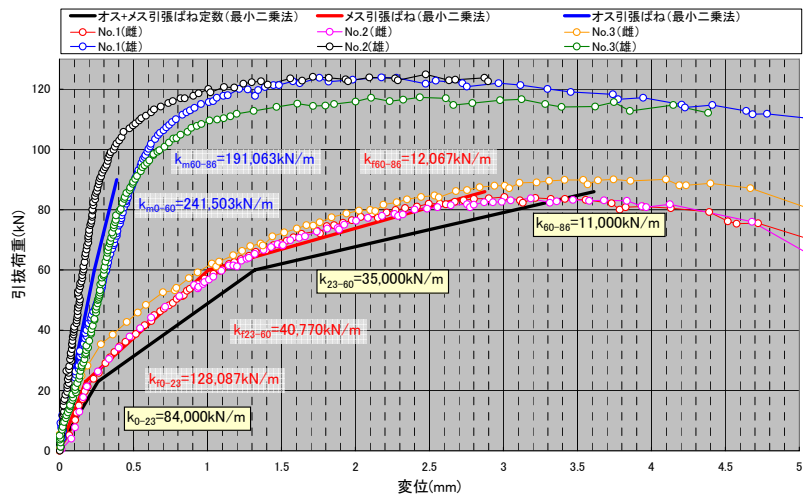


図3 引抜き荷重-変位関係図

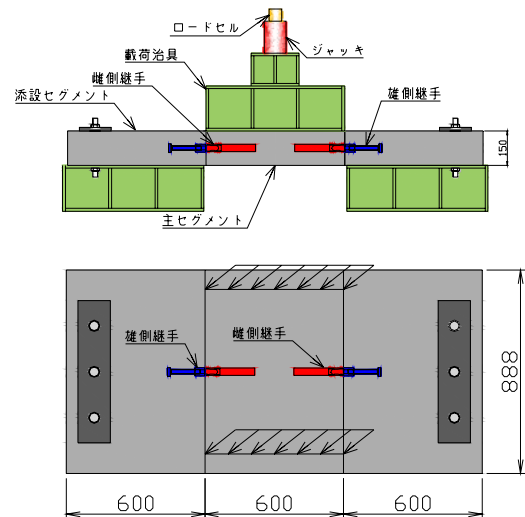


図4 セン断試験概要図

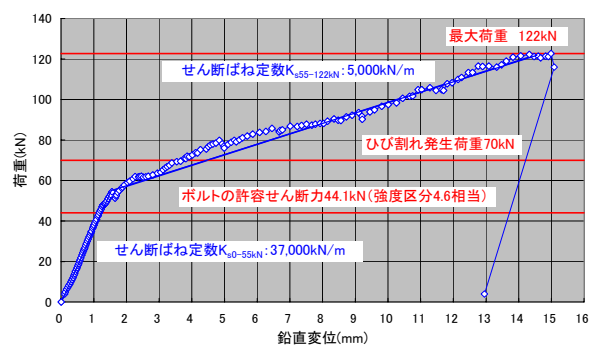


図5 荷重-鉛直変位関係図