

シールドセグメントリング継手（ハイグリップアンカー継手）の現場適用

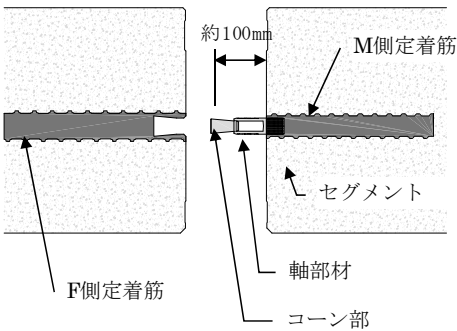
戸田建設 正会員○田中 宏典， 正会員 平野 勝志， 正会員 高橋 篤
戸田建設 正会員 田中 孝， 日本ヒューム 非会員 煙山 史

1. はじめに

シールドトンネルのセグメントに用いられる継手は、工期短縮、コスト縮減が図れる二次覆工省略や高速施工に対応した継手が多く開発されてきたが、近年においては高齢化と人口減少に伴う建設技能労働者不足が懸念される中、シールドトンネル工事の自動化に向けた開発が進められており、省力化に繋がるセグメントの継手の重要性や必要性が増している。一方で、施工時荷重や地震時の外部荷重等により継手の締結が緩み、リング間に隙間が生じた場合、トンネル内に漏水が発生する等のリスクが懸念されることから、セグメントの目開き防止は重要である。筆者らは、セグメントリング間の引張力に抵抗する機能を強化した新たな継手技術として、ハイグリップアンカー継手の開発を行った。本稿では、ハイグリップアンカー継手（以下、HGA 継手）を一部区間に適用したシールド工事における実証施工の結果について報告する。

2. ハイグリップアンカー継手の概要

ハイグリップアンカー継手は、図-1 と図-2 に示すようにアンカー材とコーン部、受け入れ側の定着筋（F 側継手鉄筋）およびアンカー材をネジ接合する定着筋（M 側継手鉄筋）で構成され、コーン部がアンカー材に貫入するに伴い、アンカー材の短冊部が拡張することにより、アンカー材と受け部材が接合する構造となっている。リング間に配置される本継手はシールドジャッキの押し込み力によって嵌合した際に、コーン部の楔作用によってアンカー材に高い横締め付け力が発生し、摩擦によって高い引き抜きに抵抗力が期待できる。



図－１ リング間継手配置図

3. 実証施工概要

今回、シールド工事（仕上り内径φ2,800mm）の直線部一部区間に HGA 継手を適用し、性能および施工性を確認した。

(1) 施工条件

シールド工事の施工条件を以下に示す。

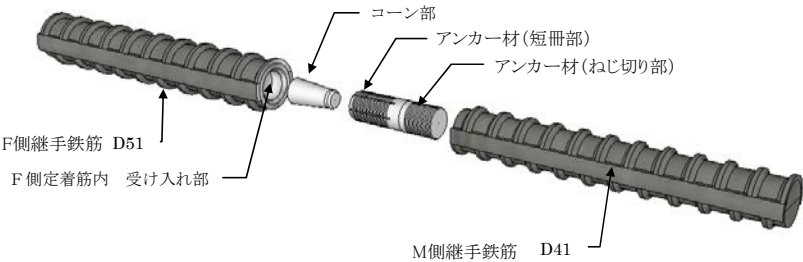
- ・工法：泥水式シールド工法
- ・土被り：8.5m ・対象土質：砂礫，細砂
- ・適用範囲：直線区間，6 リング

(2) 計測項目

実証施工における計測項目を表-1 に示す。

(3) 計測条件

発注者と協議の結果、適用現場の設計仕様であるボルトの配置は現状のままとして、HGA 継手はボルト等に干渉しないように 1 断面あたり 3 箇所の配置とした（図-3 参照）。



図－２ ハイグリップアンカー継手の構成部材

表－１ 計測項目一覧

計測項目	計測機器	管理基準
嵌合力(kN)	ジャッキ用軸力計	目安160～210kN (嵌合試験結果より)
リング間の溝幅(mm)	スケール、ノギス	通常区間と同等
施工性(作業時間)	目視、時計	通常区間と同等
セグメントのひび割れ	目視、クラックスケール	ひび割れ無し 又は0.20mm以下
セグメント表面のひずみ(μ)	ひずみ計	軸方向 726 μ 以下 軸直角方向 465 μ 以下

キーワード セグメント， リング間継手， 締結力， 省力化

連絡先 〒104-0031 東京都中央区京橋 1-18-1 戸田建設(株) 価値創造推進室 技術開発センター TEL 03-3535-2641

継手嵌合時のセグメントへの影響を確認するため、ひずみゲージを 9 時方向の HGA 継手直上のセグメント表面に接着し、軸方向（トンネル延長方向）と軸直角方向の 2 方向のひずみを計測した（図-4 参照）。

(4) 実証施工の計測結果

実証施工から以下の結果が得られた。

① 嵌合力

HGA 継手の嵌合力として、挿入時の油圧ジャッキの推力の確認を行い、嵌合要素試験時の嵌合力（160～210kN）との比較を行った。結果、表-2 に示すとおり適用区間も同程度の嵌合力で嵌合ができており、一般的なシールド機ジャッキの装備能力で締結が可能であることが確認できた。

② セグメントのリング間の溝幅（目開き）

HGA 継手の嵌合後にリング間の溝幅を計測し、通常施工区間と比較した。その結果、適用区間の溝幅は継手嵌合時と変化はなく、HGA 継手には通常のシールド掘進施工時の推力の変動に耐えられる十分な引抜抵抗があることが確認できた。

③ 施工性（サイクルタイム）

適用区間のセグメント組立時間を計測し、通常施工区間と比較した。その結果、適用区間では、従来の鋼製ボルト接合に加えて HGA 継手が追加されたにも関わらず、組立時間に大きな差がなかった。これにより鋼製ボルトに代わり HGA 継手が配置された場合、組立時間の短縮が見込める。

④ セグメントのひずみ・ひび割れ

HGA 継手が配置されている箇所のセグメント表面について、

継手の嵌合前・後のひずみの計測と、ひび割れの有無について確認した。その結果、HGA 継手の嵌合によって許容値を超えるひずみは生じておらず（図-5 参照）、またひび割れも生じていなかったことから、継手嵌合によるセグメントへの影響は小さいといえる。

4. おわりに

今回の実証施工により、シールド工事の実施工に十分適用が可能であり、生産性向上や安全性の向上に寄与する技術であることが確認された。今後は HGA 継手を積極的に現場へ展開しながら、セグメント間の継手の開発も進め、シールド施工の効率化、省力化を可能とする技術として確立を目指す。

参考文献

- ・ 田中孝他：シールドセグメントリング継手（ハイグリップアンカー継手）の開発, 土木学会全国大会第 75 回[Ⅲ-358], 2020

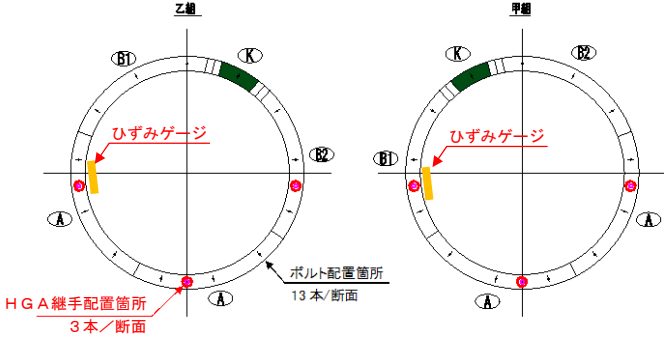


図-3 セグメント断面継手配置図

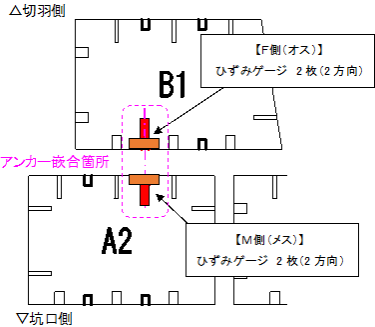


図-4 ひずみゲージ配置正面図

表-2 継手嵌合時のジャッキ推力計測結果

計測区間	セグメントピース番号 (HGA継手あり)	嵌合時のジャッキ 推力(kN)	平均値(kN)	備考
1550R-1551R (1R-2R間)	A1	176	216	要素試験 結果 160kN ～210kN
	A2	248		
	B2	224		
1551R-1552R (2R-3R間)	A2	186	200	
	A1	181		
	B1	232		
1552R-1553R (3R-4R間)	A1	184	187	
	A2	208		
	B2	170		
1553R-1554R (4R-5R間)	A2	224	177	
	A1	154		
	B1	154		
1554R-1555R (5R-6R間)	A1	186	158	
	A2	144		
	B2	144		
全体平均(kN)		188		185

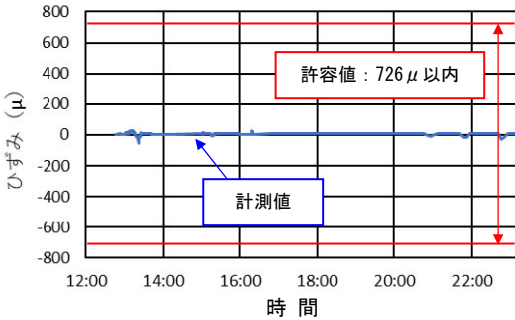


図-5 ひずみ計測結果(1-2R 間軸方向)



写真-1 HGA 継手挿入状況