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

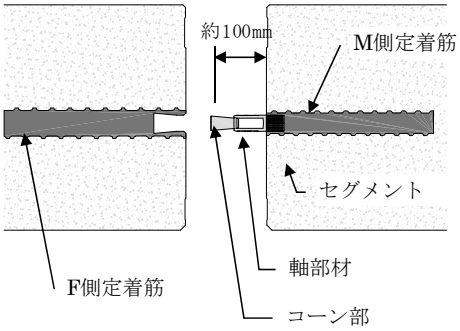
戸田建設　正会員○田中　孝，正会員　浅野均，正会員　請川　誠，正会員　下坂　賢二
戸田建設　正会員　田中　宏典，日本ヒューム　非会員　煙山　史

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，技能労働者が高齢化および減少する中，省力化や自動化に繋がるセグメントの継手の重要性が増している．筆者らは，金属拡張アンカーの固着原理を応用し，高い締結力が得られる単体アンカータイプのリング継手（ハイグリップアンカー継手）を開発した．本稿では，継手の概要および継手単体とコンクリート供試体を用いて実施した性能確認試験の結果について報告する．

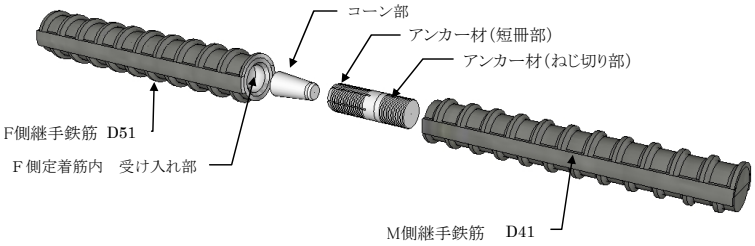
２．ハイグリップアンカー継手の概要

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で，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た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，引き抜きに対し摩擦力で抵抗する．



図－１　リング間継手配置図

本継手の採用により，①セグメント内面の平滑化，②継手金物の耐久性向上，③セグメント組立の省力化と時間短縮，④継手嵌合性の向上，⑤継手部材の損傷回避（突出するアンカー材は組立直前に設置）等の効果が得られる。



図－２　ハイグリップアンカー継手の構成部材

３．各種性能確認試験

実施した性能確認試験を表－１に示す．これら一連の試験により継手の嵌合，引張，せん断，誤差吸収に関する性能を確認した．ここでは，継手単体による嵌合試験と引張試験，およびコンクリート供試体によるせん断試験の結果を示す．

表－１　継手性能確認試験一覧表

試験名	試験目的，確認項目
1. 継手単体嵌合試験	嵌合性能（嵌合力，誤差吸収性等）の把握
2. 継手単体引張試験	引張性能（引張力，引張剛性等）の把握
3. ｺﾝｸﾘｰﾄ供試体嵌合試験	嵌合性能（嵌合力，ｺﾝｸﾘｰﾄ部への影響等）
4. ｺﾝｸﾘｰﾄ供試体引張試験	引張性能（引張力，引張剛性，ｺﾝｸﾘｰﾄ部への影響等）
5. ４本同時嵌合試験	嵌合性能（嵌合力，誤差吸収性，ｺﾝｸﾘｰﾄ部への影響等）
6. せん断試験	せん断性能（せん断体力，せん断バネ値等）

(1) 継手単体嵌合試験

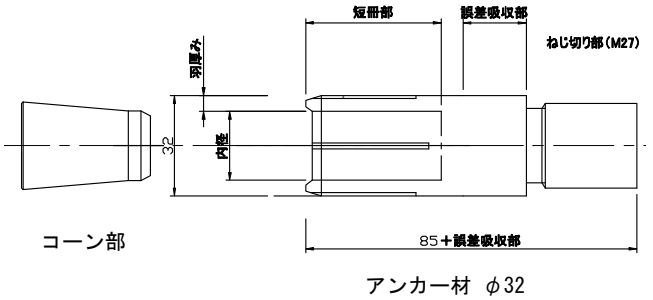
継手性能に影響を及ぼすと考えられるアンカー材（図－３参照）の誤差吸収部の長さ（3 種類：20,40,60mm），短冊部の厚み（3 種類：4,5,6mm），軸芯偏心量（4 種類：0,1.5,2,3mm）等をパラメータとして，継手単体による嵌合試験を実施した．アンカー種別と嵌合力の関係を図－４に示す．また，試験では以下の点が確認された．

①全ケースで嵌合可能で 3mm の誤差吸収性能を確認，嵌合力の最小は 160kN，最大 296kN，平均 228kN
②羽厚みが厚くなると嵌合力（平均値）が増加する（4mm：211kN，5mm：238kN,6mm：244kN）
③偏心量と嵌合力には相関関係はない

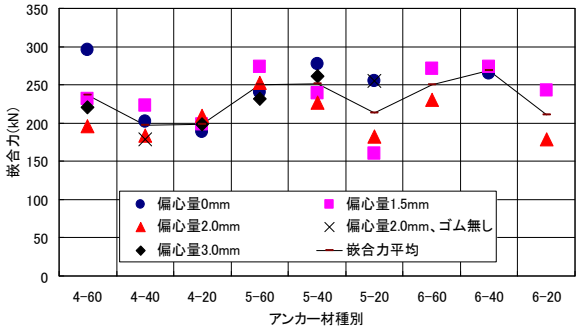
キーワード　セグメント，リング継手，単頭アンカー，締結力，内面平滑，省力化
連絡先　〒104-0031　東京都中央区京橋 1-18-1　戸田建設(株) 価値創造推進室 技術開発センター　ＴＥＬ 03-3535-2641

© Japan Society of Civil Engineers

④誤差吸収長が短いほど嵌合力（平均値）が小さい（20mm：207kN,40mm：233kN,60mm：245kN）



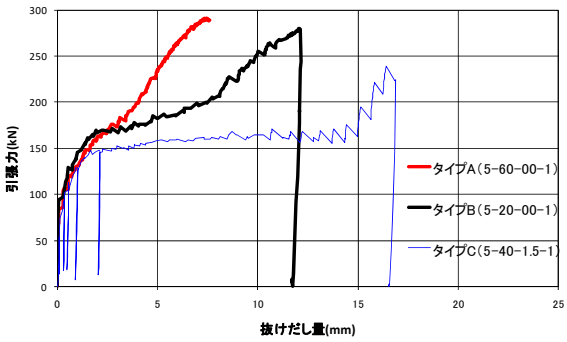
図－３　継手のアンカー材



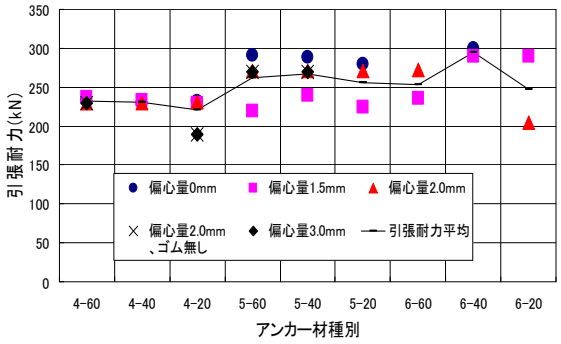
図－４　アンカー材種別と嵌合力

(2) 継手単体引張試験

継手単体嵌合試験で嵌合した供試体にセンターホールジャッキによって引張力を載荷させて，引張耐力と引張性能を確認した．供試体の終局状態は，Ａ：羽部が破断，Ｂ：抜け出し量 10mm を超え設定荷重に到達，Ｃ：抜け出し量 15mm 以上でも設定荷重に未到達に分類される（図－５参照）．また，図－６に示すアンカー材種別と引張耐力の関係より，①羽厚み 4mm で終局タイプＡが羽厚み 6mm で終局タイプＣが多い，②全供試体の引張耐力の平均値 249kN で，偏心量との相関は見られない，③羽厚みが厚いほど引張耐力が大きいが，目開き 2mm 時の引張力は小さい，④誤差吸収長が短いほど引張力がやや小さくなる，ことを確認した．また，約 100kN まで抜け出し量は小さく，羽厚み 5mm，誤差吸収長 20mm の場合（施工性を考慮し基本構造に設定）では，引張バネ定数は約 250,000kN/m と高い初期剛性が確認された．



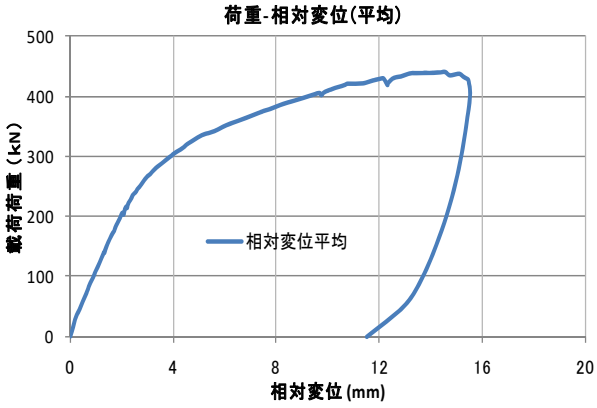
図－５　終局タイプ別引張力と抜出し量



図－６　アンカー材種別と引張耐力

(3) せん断試験

厚さ 175mm，長さ 1500mm のコンクリート供試体の両側に 742mm の供試体を用い，供試体間に設置した継手にせん断力を付与することで，本継手のせん断耐力，せん断バネ，破壊時のせん断性状等を確認した．せん断試験における荷重と継手の相対変位曲線を図－７に示す．最大載荷荷重は 440kN で，継手 1 本当たりのせん断体力は 110kN になる．破壊性状は継手部コンクリート表面の剥離破壊である．せん断バネ値は荷重 200kN 時の変位から Ks＝2.5×104kN/m 程度と算定された．



図－７　荷重と継手相対変位曲線

４．おわりに

今回，各種性能確認試験を実施して、本継手の嵌合・引張性能，施工性およびせん断性能等が確認できた．今後は，二次覆工省略，高速施工に適用可能な技術として，実施工へ展開を図っていきたい．

参考文献

・請川誠他：シールド工事用ＲＣセグメントのアンカー継手の開発，戸田建設技術研究報告，第 37 号，2011

© Japan Society of Civil Engineers