

RC セグメント用リング継手（アンカージョイント）の開発

株式会社クボタ 正会員 ○加藤 勇希
 株式会社クボタ 正会員 土屋 雅義
 株式会社クボタ 正会員 辻本 和則

1. はじめに

近年、シールドトンネルの長距離化に伴い、工期短縮が期待できるボルトレス継手の採用が進んでいる。また、大口径・大深度トンネル工事の増加に伴い、高水圧下での安全な施工及びシール材の確実な封入を目指した高強度なリング継手が求められている。そこで、過去にダクタイル鋳鉄製セグメントのリング継手として採用されていたアンカージョイントを、RC セグメントに応用すべく改良し、その性能の確認及び評価を行った。なお、アンカージョイントは M22～M30 (10.9) ボルト相当をラインナップする予定で開発を進めており、本稿では M27 (10.9) タイプについて報告する。

2. アンカージョイント（以下、「AJ」と略す）の特徴

AJ は、図 1 に示すとおり金属拡張式アンカーの締結構造を利用した継手である。継手の締結は、スリーブがハウジングに圧入されたとき、スリーブの薄肉部がウェッジにより拡張され、ハウジングのテーパ部と係合することで完了する。また、特筆すべきこととして、①鋼製ボルト相当の引張荷重を有することはもとより、引抜試験においての荷重の立ち上がりが早く、確実なシール材の封入が期待できる。②継手の締結時、目開きが 2～3 mm 残っても引張荷重に対して抵抗できる。③セグメントの製作誤差並びに施工誤差を吸収し、セグメントをスムーズに組み立てることができる。の 3 点が挙げられる。AJ は、上記の特徴を活かしつつ、RC セグメント用として経済性を追求し、図 1 の構造とした。

3. 引抜性能の確認

AJ の引抜性能を確認するために、ハウジング及びオスアンカーの引抜試験を行った。なお、引抜試験の判定荷重は M27 (10.9) ボルトの引張強さ相当の荷重 478 kN とし、許容応力度相当の荷重 175 kN 時にコンクリートに異常がないことを合格条件とした。

(1) [ハウジング側] スリーブ圧入・引抜試験

初めに、ウェッジを格納したハウジングにスリーブを圧入する圧入試験を行い、その後、引抜試験を行った（図 2）。試験体はハウジング外径が 88 mm と 83 mm の 2 種類を用意し、比較を行った。試験結果を図 3、表 1 に示す。圧入荷重はいずれも 142 kN で安定していた。引抜試験においては、载荷初期から荷重が立ち上がり、許容応力度相当荷重時の変位は約 1 mm で、継手周辺にはクラック等の異常はみられなかった。また、最大荷重は No.1,2 それぞれ 505 kN, 510 kN で判定荷重を満足し、鋼

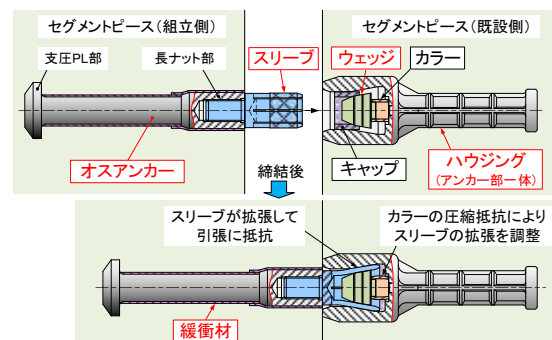


図 1 アンカージョイントの構造

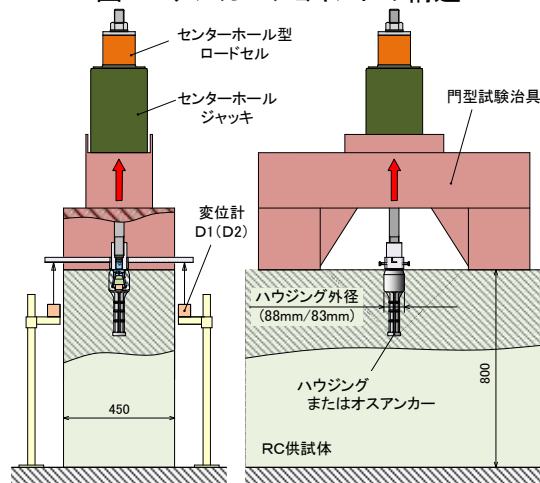
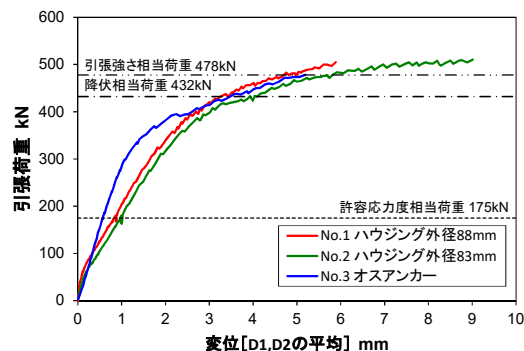


図 2 引抜試験概略図

図 3 引抜試験結果
(ハウジング及びオスアンカー)

キーワード セグメント、リング継手、アンカージョイント

連絡先 〒104-8307 東京都中央区京橋 2 丁目 1 番 3 号 株式会社クボタ東京本社 鋼管営業部 TEL : 03-3245-3259

製ボルト相当の引張強度を有することを確認できた。これらの結果より、2 種類のハウジングの引抜性能の差がないことから、セグメント内の収まりと経済性を考慮して、外径 83 mm をハウジングの最終形状とした。

(2)〔オスアンカー側〕オスアンカー偏心・引抜試験

オスアンカーには、セグメント施工誤差 (2.0 mm) を吸収するために緩衝材を貼り付けている。初めに、オスアンカーの偏心荷重、偏心量並びに偏心時にコンクリートに異常がないかを確認するため、偏心試験を行い (図 4)、その後、引抜試験を行った (図 2)。試験結果を図 3、表 1 に示す。偏心量約 2mm に達する偏心荷重は 4.0 kN とごく小さく、継手周辺にはクラック等の異常はみられなかった。引抜試験においては、破壊荷重はいずれも 478 kN で判定値を満足した。なお、破壊部位に応力集中による影響が見られたため、量産時には若干の形状変更 (長ナット部の大径化、支圧 PL 付根 R の緩和) を予定している。

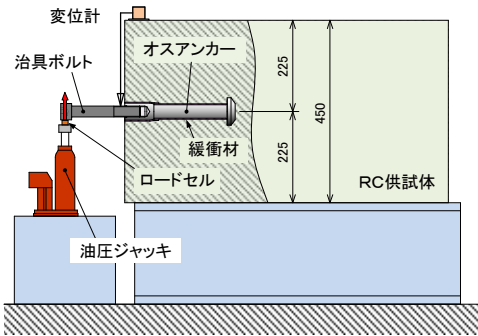


図 4 偏心試験概略図

表1 引抜試験結果(ハウジング及びオスアンカー)

試験体			圧入 (偏心) 試験		引抜試験		
ハウジング	形状	材質	圧入荷重	締結時の変位	最終荷重	判定	備考
No.1	外径 88 mm	FCD600-3	142 kN	27 mm	505 kN	○	判定荷重を上回ったため載荷中止
No.2	外径 83 mm		142 kN	30 mm	510 kN	○	判定荷重を上回ったため載荷中止
オスアンカー	形状	材質	偏心荷重	偏心量	破壊荷重	判定	破壊部位
No.3	No.3,4 は 同寸同形	FCD600-3	4.0 kN	2.3 mm	478 kN	○	長ナット部
No.4			4.0 kN	2.2 mm	478 kN	○	支圧 PL 付け根

4. 組立性能の確認

AJ の組立性能を確認するため、予め継手を偏心させた位置に埋め込んだ RC 供試体を作製し、組立試験を行った (図 5)。ハウジング及びオスアンカーを 2.5 mm (セグメント製作誤差 0.5 mm + セグメント施工誤差 2.0 mm) ずつ偏心させた位置に配置し、ジャッキで RC 供試体を押し込み、組立が完了するまで載荷した。試験結果を図 6 に示す。比較のために前述の圧入試験結果を併せて載せている。組立荷重は 276 kN となった。偏心の影響により組立荷重が大きくなると予想されたが、圧入荷重×2 倍 (=284 kN) とほぼ同等の値となった。また、継手周辺及び内外面にクラック等の異常はみられなかった。このことから AJ は、セグメントの製作誤差並びに施工誤差を上手く吸収して組み立てられる継手であると言える。また、組立開始から組立完了までに 30 mm 程度の荷重が作用する区間があり、実際の施工では、その区間をシールドジャッキで組み立てることになる。

5. おわりに

RC 供試体による引抜試験並びに偏心組立試験より、AJ が十分な引抜耐力を有していること並びに、スムーズに組み立てられることが確認できた。今後はせん断試験を実施し、実工事における試験施工に移行する予定である。

6. 参考文献

1) 辻本和則他：自動アンカージョイントの開発，土木学会第 51 回年次学術講演会論文集，Ⅲ・B-135

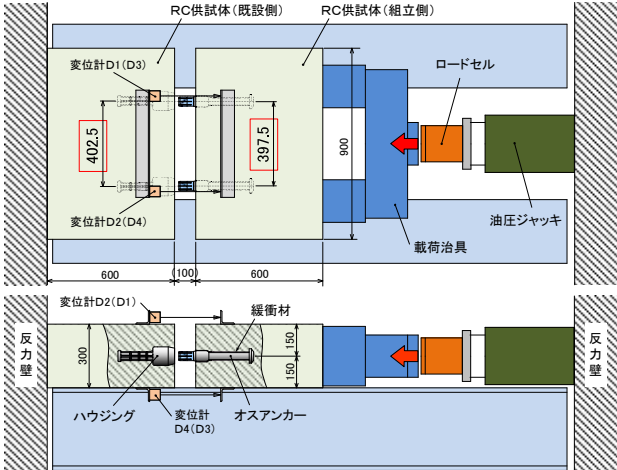


図 5 偏心組立試験概略図

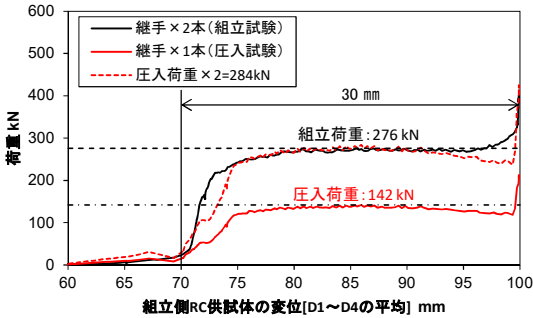


図 6 偏心組立試験結果