

多ヒンジ系セグメントの継ぎ手挙動 1－押し込みおよび引き抜き特性－

近畿コンクリート工業 正会員 ○岩本 勲 正会員 伊豆好弘
関西電力 正会員 三鼓 晃 前川岳康
青木建設 正会員 牛島 栄

1. 目的

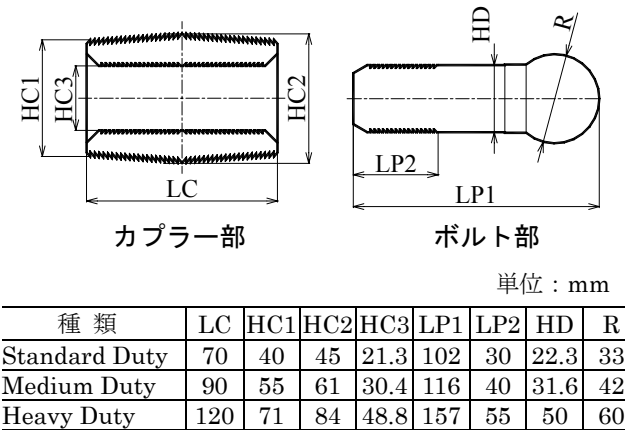
従来のシールドトンネル用セグメントの継ぎ手構造は、鋼製の継ぎ手板とボルトを用いた剛性の高い構造としている。それに対して筆者らは、継ぎ手構造を簡略化した「多ヒンジ系セグメント」を考案し、種々の検討を行っている¹⁾。継ぎ手構造の簡略化は、施工時に継ぎ手ボルトの締結作業を省力化でき、露出鋼材が少なく耐久性が向上するといった効果がある。さらには、セグメント価格において 20%程度も占める従来式の継ぎ手と比較して、半分程度という経済的なメリットもある。

本研究では、ナイロン製継ぎ手をリング間に用いた「多ヒンジ系セグメント」の継ぎ手性能に関して、基礎的データを把握するために、押し込み実験および引き抜き実験を実施し、これらの実験から得られた力学的挙動特性について報告する。

2. 継ぎ手の諸特性

2.1 継ぎ手諸元

本実験で用いられる継ぎ手は、ポリアミド（ナイロン）を主成分とする成形材料である。セグメント径に応じて、Standard Duty, Medium Duty, Heavy Duty の 3 種類が適用される。なお、継ぎ手は、ボルト部をコンクリートに埋め込み、接続時にカプラーを装着して、その中に次のセグメントのボルトが入り込む。ボルトおよびカプラーには溝が刻まれており、この溝の形状はボルトが入りやすく抜けにくい構造となっている。継ぎ手の寸法諸元を図-1 に示す。



図－1 継ぎ手の寸法諸元

表－1 引張試験結果

環境条件 (温度－浸せき期間)	引張強度(N/mm ²) 平均値／最小値	弾性係数(kN/mm ²) 平均値／最小値
浸せき無し	50.2／49.2	1.44／1.38
40℃－1ヶ月	46.7／44.2	0.92／0.92
40℃－3ヶ月	44.2／41.6	0.79／0.76
60℃－1ヶ月	43.7／42.4	0.91／0.89
60℃－3ヶ月	40.1／39.9	0.83／0.81

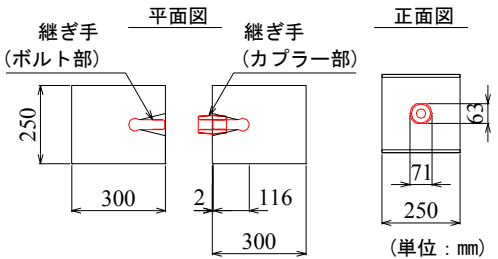
2.2 引張特性

継ぎ手素材のコンクリート中での安定性を確認するために、アルカリ溶液中への浸せき後の引張試験を実施した。供試体は JIS K7113 に従い、プラスチック 1 号形試験片に準じて、継ぎ手ボルトから切り出して製作し、各水準について 3 体の試験を実施した。アルカリ溶液はコンクリートと同等の pH (=12.5 ～13.0) とし、温度による促進効果を定量化するために、温度を 40℃ と 60℃ の 2 水準とした。引張試験結果を表-1 に示す。アルカリ溶液の影響によって強度、弾性係数がゆるやかに減少する傾向が見られた。

3. 押し込みおよび引き抜き特性

3.1 実験概要

継ぎ手の押し込みおよび引き抜き特性を把握するため、押し込み実験および引き抜き実験を実施した。併せ
キーワード 多ヒンジ系セグメント, ナイロン製継ぎ手, 押し込み実験, 引き抜き実験



図－2 供試体形状 (Medium Duty)

連 絡 先 〒564-0011 大阪府吹田市岸部南 1-2-1 近畿コンクリート工業(株) 土木事業部 Tel (06)6382-7507

て、この継ぎ手のコンクリート中での長期間の安定性を検証するため、50℃アルカリ溶液中に1、3ヶ月浸せき後、引き抜き実験によって確認した。図-2に供試体形状を示す。供試体は幅0.25m×長さ0.30m×厚さ0.25mのコンクリートブロックを用い、継ぎ手は図-1のStandard DutyとMedium Dutyを用いた。押し込み実験概要図を図-3に示す。なお、コンクリートは、設計基準強度42N/mm²を用いている。

3.2 実験結果および考察

実験結果を表-2に示す。供試体名でAはStandard Duty、BはMedium Dutyを表す。また、一例として供試体の押し込み時の荷重と供試体間距離との関係を図-4に示す。供試体の押し込み状況は目視観察により、図中に示す「状態1」までは、双方のコンクリート面は接触しておらず、継ぎ手のみの押し込み荷重であった。「状態1」で双方のコンクリート面の一部が接触し始める。その後、「状態2」において双方のコンクリート面が全面的に接触した。なお、何れの供試体においても、押し込み荷重除荷（「状態3～4」）後には1mm程度の目開きが残留した。これは、継ぎ手が弾粘性体であるため、最大押し込み荷重時においてもボルトとカプラーの溝が完全にはまり込まないためと考えられる。実際の工事においては、推進ジャッキの残留力が存在するので、問題ないと思われる。

図-5にB1、B3、B5供試体について、引き抜き時の荷重と供試体間距離との関係を示す。いずれの供試体においても最大荷重以後も、溝が1箇所ずつ抜け、荷重が徐々に下がっていく様子が見える。このように、カプラーからボルトが抜け出してから、じん性のある引き抜き特性を示す。また、表-2より、押し込み荷重と比較して引き抜き荷重は概ね2倍程度大きなことがわかる。50℃-3ヶ月の浸せき結果では、継ぎ手素材の引張強度および引張弾性率は低下していたものの、引き抜き特性には影響していなかった。この結果により、ナイロン製継ぎ手をアルカリ環境下であるコンクリートに埋め込むことの影響は少ないと考えられる。

4. まとめ

多ヒンジ系セグメントのリング間継ぎ手として考えているナイロン製継ぎ手は、ボルトの締結が不要でジャッキによって押し込むだけで接続できる。引き抜き荷重に対しても、じん性のある挙動を示したので、耐震性能も期待できる。

参考文献

- 1) 岩本 勲他：多ヒンジ系セグメントの耐荷特性について、トンネル工学研究論文・報告集，第12巻，pp.489-494，2002.11

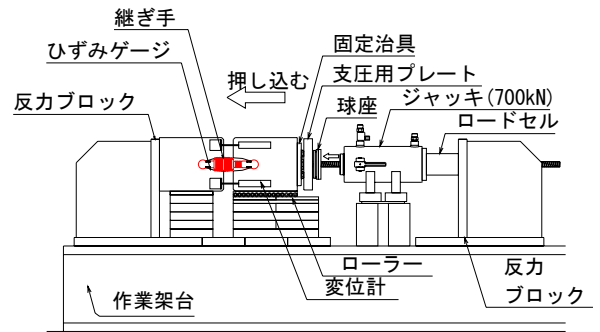


図-3 押し込み実験概要図

表-2 実験結果一覧

供試体名	押し込み実験		引き抜き実験 *2		備考
	状態1 (kN)	状態2 (kN)	最大荷重 (kN)	引張剛性 (kN/mm)	
A1	5.1	10.0	6.6	1.9	浸せき無し
A2	10.0	14.3	8.3	1.5	浸せき無し
B1	10.2	12.6	23.8	3.7	浸せき無し
B2	9.2	15.9	16.1	2.7	浸せき無し
B3	11.0	*1	37.2	6.4	1ヶ月浸せき
B4	10.2	11.5	32.4	6.2	1ヶ月浸せき
B5	10.9	16.3	22.3	4.6	3ヶ月浸せき
B6	9.9	15.2	34.5	4.6	3ヶ月浸せき

注) *1：測定出来ず，*2：引張剛性は供試体間距離3mmで評価

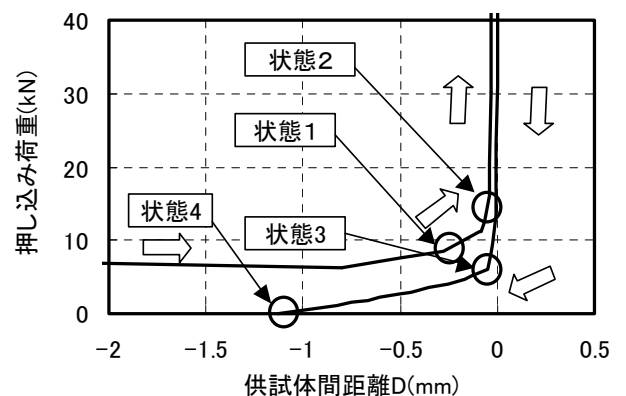


図-4 押し込み荷重と供試体間距離

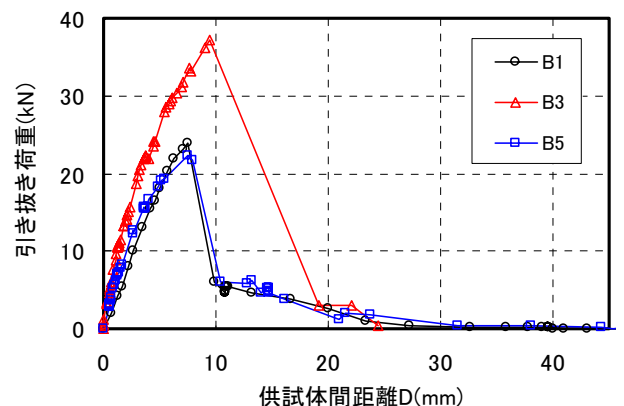


図-5 引き抜き荷重と供試体間距離