

PR ジョイントの開発 ～RC セグメント用樹脂製リング継手～

(株)大林組	正会員	○山本 裕三
		岡本 章司
	正会員	吉田 公宏
石川島建材工業(株)	正会員	國藤 崇
静岡軽粗材(株)		南波 司

1. はじめに

近年、シールドトンネルの耐久性向上およびライフサイクルコスト低減が重要な課題としてクローズアップされている。その方策の一つとして、筆者らは耐腐食性を高めた継手の開発に取り組んだ。

従来、シールドセグメントに使用される継手は、鋼製部材が一般的であった。しかし、硫化水素等により鋼製部材の腐食が予想される下水道トンネルなどでは、継手に防錆塗装やモルタルで保護するなどの防食対策が必要であった。また、最近ではセグメント同士をワンタッチで接合できる鋼製の継手が実用化されているが、セグメント製作費に占める継手部材の割合が大きく、特に小口径のトンネルではコンパクトで安価な継手の開発が求められていた。そこで筆者らは共同で、耐腐食性および経済性に優れた樹脂製のリング継手「PR ジョイント (Push Resin Joint)」を開発した。

本稿では、PR ジョイントの概要および特長について報告する。

2. PR ジョイントの概要

2.1 開発にあたっての留意点

PR ジョイントの開発にあたっては、耐久性の向上およびコスト削減を実現するため、下記に示す事項に留意し、材料選定および形状寸法の決定を行うこととした。

- (1) 従来の鋼製継手では必要であった防食対策を必要としない材料を使用すること
- (2) 従来の鋼製継手に防食対策を施した場合と比較して、コストダウンが可能であること
- (3) 最も需要が多いセグメント外径 $\phi 3\text{m}$ 以下に適用可能なコンパクトな形状であること
- (4) 高速施工に対応するため、ワンタッチで接合可能な構造であること

2.2 材料の選定

継手の材料としては、酸やアルカリに対する耐腐食性や耐候性に優れた樹脂のうち、引張強度が大きく汎用性の高いポリアミドを選定した。この材料は熱可塑性樹脂に分類され、射出成型可能で生産性が向上する。さらに、コンパクトな形状で強度を確保するため、補強材としてガラス繊維を混入した。

2.3 PR ジョイントの構造

図-1 に示すように、PR ジョイントは雄側継手と雌側継手が嵌合される構造で、雄側継手は頭部 (1) とアンカー部 (2) を有し、雌側継手はツメ部材 (3) とフォルダー (4) からなる。ツメ部材はネジ構造によりフォルダー両側へ収納され、雄側継手と雌側継手はツメ構造により拔出しを防止する。

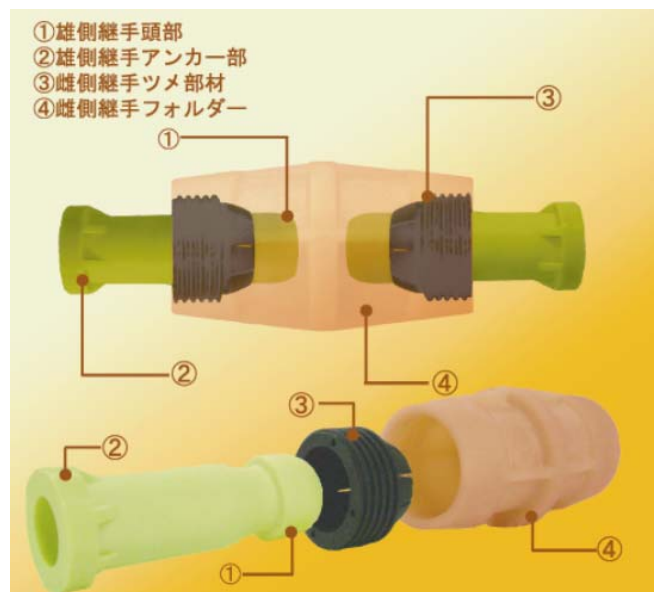


図-1 PR ジョイントの部材構成

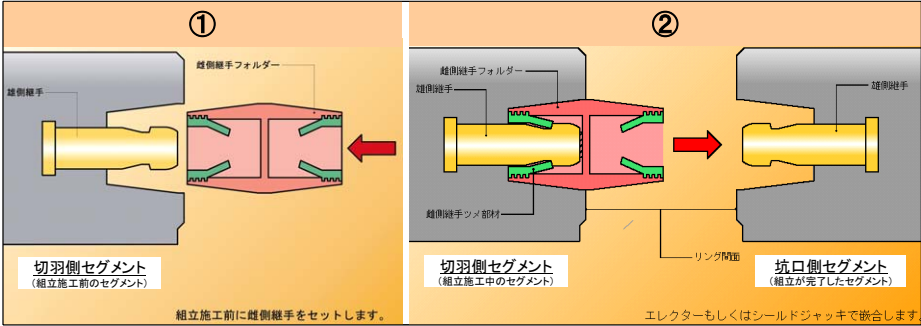
キーワード：シールド、セグメント、リング継手、耐久性、樹脂、ライフサイクルコスト

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組土木技術本部技術第二部 TEL 03-5769-1318

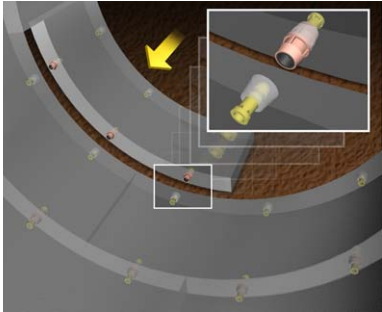
3. PR ジョイントを使用したセグメントの組立手順

PR ジョイントを使用したセグメントの組立手順図を図－2に、セグメント組立状況イメージ図を図－3に示す。坑内における作業は以下の通りである。

- ① これから組み立てるセグメントの窪み部分を清掃後、フォルダーを押し込み嵌合させる。
- ② セグメントをエレクターもしくはシールドジャッキによりトンネル軸方向にスライドさせ、すでに組立が完了しているセグメントリングに押し付けるだけで、雄側継手と雌側継手が嵌合される。



図－2 セグメント組立手順図



図－3 組立状況イメージ図

4. PR ジョイントの特長

PR ジョイントを使用したセグメントの特長を以下に示す。

- (1) ポリアミド系の樹脂を主成分とし、硫化水素や塩分などの腐食性環境に対する耐久性に優れている。
- (2) ボルト締結作業が必要なくワンタッチで接合できるので、作業性が向上し高速施工に対応できる。
- (3) 継手がセグメント本体に内蔵されるため、内面平滑なトンネルを構築することができる。
- (4) 継手がリング間端面から突出しないため、製作・運搬時のセグメントの取扱いが容易である。
- (5) 坑口側・切羽側の区別なくセグメントを使用できるため、テーパセグメント組立の自由度が増す。

5. 継手単体引張試験

PR ジョイントの引張強度を確認するため、表－1に示す供試体を用いて継手単体引張試験を実施した。(写真－1)試験結果は、表－2に示すように、継手1組の引張強度が3ケースの平均で43.1kNとなった。セグメント外径φ2,300mmで0.2MPaの水圧に対応する止水シール材を考えた場合、継手1箇所あたりに作用する引張力の試設計値が9.9kNであり、本供試体は安全率4以上を確保することができた。



写真－1 継手単体引張試験

表－1 供試体諸元

材料・配合	ポリアミド系樹脂＋ ガラス繊維（混入率45％）
断面形状	雄部材首部：外径φ25mm 雄部材軸部：外径φ32mm 雌フォルダー：最大外径φ69.5mm
部材厚	平均肉厚4mm
成型方法	射出成型

表－2 試験結果一覧表

試験ケース	最大荷重 (kN)	最大変位 (mm)
No. 1	42.0	8.1
No. 2	43.7	9.3
No. 3	43.5	9.1
平均値	43.1	8.8

6. おわりに

現在、継手をコンクリート中に埋込んだ状態で各種性能試験を行い、PR ジョイントの実用化に向けた検討を進めている。本開発を通じて、樹脂製品の強度特性を把握することができた。

今後、小口径の下水道トンネルなどの工事において、ライフサイクルコスト低減に向けた技術として、PR ジョイントなど樹脂製の継手が活用されていくと考える。