

円形セグメントを用いたフルプレキャスト工法「スーパーリング工法」の開発 ー工法の施工手順と特長（その1）ー

鹿島建設(株) 正会員 ○増田昌弘 酒匂智彦 裏山昌平

1. 開発の背景

建設業においては慢性的な作業員不足に直面し、現場作業の省力化による生産性向上が喫緊の課題である。特に都市土木における地下構造物の構築は、その多くは場所打ちコンクリートによる施工で行われているが、切梁等で制約される狭隘な施工環境のため、多くの作業員の投入と工程の長期化などの問題が顕在化している。

スーパーリング工法は、道路トンネル等地下構造物の躯体形状を矩形から円形にすることで、軽量化とフルプレキャスト化を実現し、省力化・工期短縮を可能にしたものである。また、地下構造物のプレキャスト化において弱点であった高水圧における継手部の漏水の問題を克服し、ほぼ完全な止水性を確保した高品質な構築工法である。従来、切梁を伴う開削工法では完全なプレキャスト化が困難であったが、狭隘空間での施工法の開発により、都市部における厳しい施工条件でも対応可能な工法とすることができた。本稿では、工法の施工手順と特長について述べる。

2. 工法の概要と施工手順

スーパーリング工法は、地上で水平に置いた状態で円形に地組みしたセグメントを地下に吊り降し、複数リングを繋げてトンネルを構築するフルプレキャスト工法である。図-1に工法概念図を、図-2に施工手順を示す。

施工手順

- STEP-1 ; 4～8 分割したセグメントを水平に置いた状態で地組みし、円周方向に PC 鋼線を挿入・緊張して一体化する。
- STEP-2 ; クレーンで一体化したリングを立て起こす。
- STEP-3 ; クレーンを旋回し、1 リング毎に地下に吊り下ろす。
- STEP-4 ; 地下でスライドして既設セグメントと仮固定する。
- STEP-5 ; 所定リング数設置した後、縦断方向に PC 鋼材を通して緊張し、全体を一体化する。

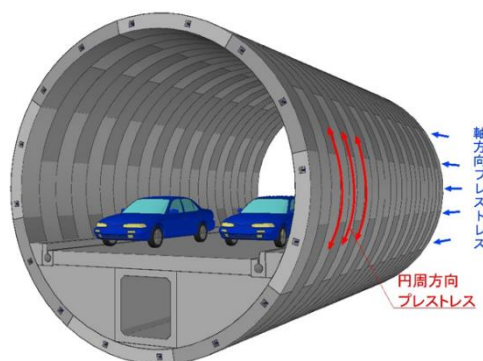


図-1 スーパーリング工法の概念図

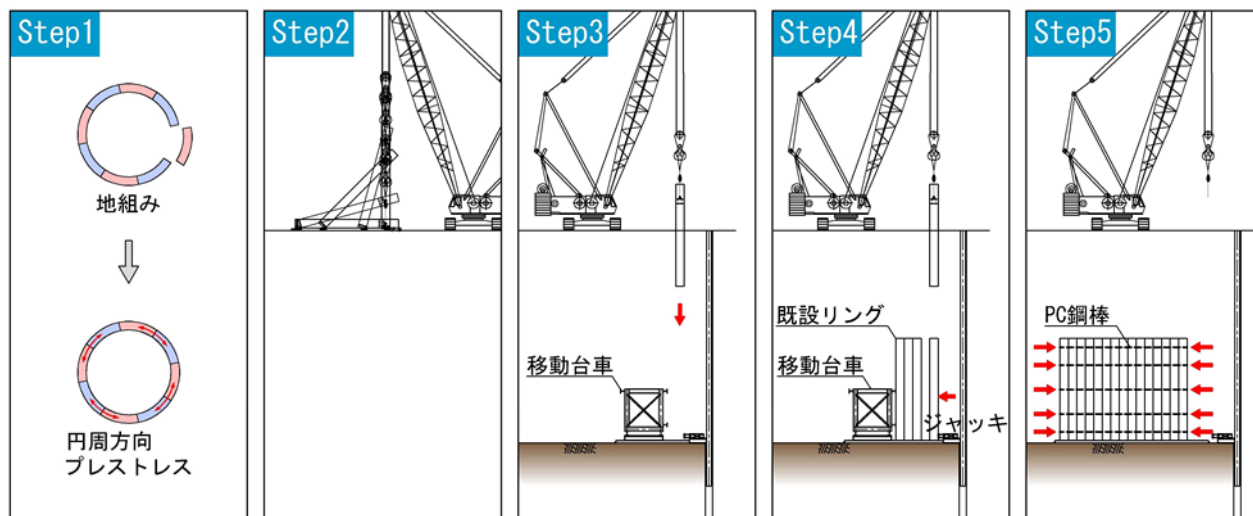


図-2 施工手順

キーワード ; 地下構造物、プレキャスト、円形、セグメント、プレストレストコンクリート

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店土木部 TEL03-6838-2210

3. 工法の特長

3.1 省力化・省人化

従来のプレキャスト工法は、個々のピースを地下空間で組み立てるため、地下でピースの組立（鉄筋接続、注入）、スライド、縦断方向の連結、防水工といった多くの作業が必要になる。スーパーリング工法では、1 リング完成した状態で地下に下ろすため、地下での組立作業がない。地下の作業はスライドと縦断方向の連結のみで防水も不要であるため、少人数施工が可能となる。後述する施工実験では5～6人で施工することができた。

3.2 工程短縮効果

地上の組立作業、地下での連結作業ともに定位置での繰返し作業であり、習熟による時間短縮が図れること、地上と地下の作業を同時並行して行えることにより、躯体構築の大幅な工程短縮が可能となる。試算では、躯体構築工程は場所打ちの約1/2、従来型(矩形)プレキャスト工法の約1/1.5となった。

3.3 止水性、耐久性

工場製作したセグメントを用い、地上で目開き・目違いなくほぼ真円に地組みすること、継手面に水膨張性シーンを貼り、それを円周方向・軸方向のプレストレスで封入することなどにより、ひび割れ・欠け・漏水のない長期耐久性に優れたトンネルが構築できる。

3.4 耐震性

圧縮力に強いリング構造であることに加え、円周方向にプレストレスを導入して軸圧縮力を与えること、リング間にせん断キヤを設けてせん断力を確実に伝達することで高い耐震性を実現した。東京臨海部の地盤条件で設計検証を行い、レベル2地震に対しても必要な耐力が確保できることを確認した。

3.5 施工性

力学的に有利なリング構造であるため部材を薄く、軽くできる。2車線道路トンネルを想定した場合、図-3に示すように外径12m、部材厚500mmとなり、セグメント幅1.0mで1リングの重量が約46tと同規模のボックスカルバートの約1/4となる。そのため汎用クレーンでの施工が可能で、都市部の狭隘な施工環境でも制限を受けない。

4. 実物大施工実験

図-3と同じ実物大のセグメント（外径12m、厚さ500mm、8等分割）を4リング製作し、地組→立起し→吊上げ→設置→スライド→軸方向緊張という実施工を模した一連の作業を実施し、施工精度、応力度、目開き・割れ欠けの有無、止水性等を検証した。具体的な検証項目と結果は、(1)地組み時の真円度；平均精度1/2300、(2)地組み時の目違い；2mm以下、(3)設置時の変形、目開き；事前予測の範囲内、(4)セグメントの応力度；事前予測の範囲内、(5)セグメントのひび割れ、欠け；なし、(6)スライド性能；摩擦係数0.06でスムーズに移動、(7)止水性；0.3MPaの水圧で3分間放置、漏水なしとなり、実工事に適用する上で問題のないことが確認された。

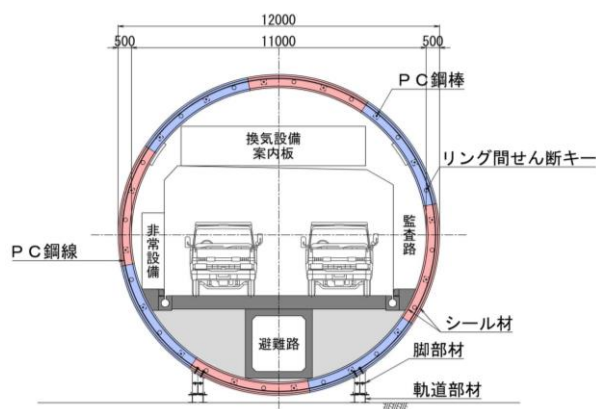


図-3 スーパーリングの構造断面



写真-1 地組状況



写真-2 クレーンによる立起し

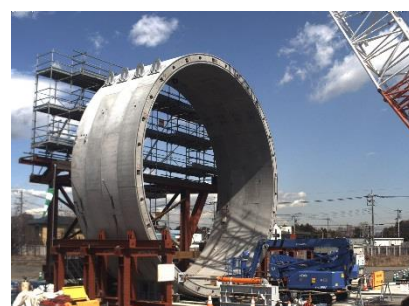


写真-3 4リング組立て完了