

日本国土開発㈱ 正会員 横田 季彦 正会員 二宮 康治
住友建設㈱ 正会員 熊谷紳一郎 東亜建設工業㈱ 相良 拓

1. はじめに

シールドトンネル工法のうち、セグメントを使用せずにシールド機の掘進と併行して現場にてコンクリートを打設するECL工法は、地山に密着したコンクリートライニングが構築できること、テールボイドの発生による地山の変形および緩みがないこと、経済性に優れること、急速施工が期待できることなどから、多方面において研究開発が行われており施工実績の報告も少なくない。筆者らは、このような現状に対してPCプレキャスト内型枠（以下、PC内型枠と記す。）を使用し、その背面と地山との間に高流動性のコンクリートを打設して一体化を図ると共に、リング円周方向にプレストレスを導入することによって高耐力の合成ライニングを構築するECL工法（以下、PC-ECL工法と記す。）の開発を行った。PC内型枠のPC緊張実験およびリング載荷実験の結果を既に報告しており^{1)、2)}、本報文では、PC-ECL工法の概要と、施工性を確認した実大土槽による実証実験の概要について述べる。

2. 本工法の概要

PC-ECL工法の施工手順を図-1に示す。内型枠とスキンプレートとの間に打設する高流動性の後打ちコンクリートは、シールド機の掘進と共にプレスジャッキによって加圧される。すなわち、掘進に伴いテールボイドが発生すると、後打ちコンクリートが押し出されボイド部に充填される。また、プレキャスト製の内型枠を使用するため型枠脱型が不要で施工の合理化が図れるほか、仕上げ面が平滑で美観に優れる、ひび割れの発生がない、等の利点も有している。

3. 実大土槽による実証実験

本工法の施工性を検討する目的で、長さ3.7m、幅4.5m、高さ4.5mの土槽を用いて実証実験を行った。図-2および写真-1に実験概要を示す。同図に示すように、シールド機の掘進はフェイスジャッキで移動式反力受架台に反力を取ることに由り行った。1シリーズ当たりの掘進は4リングであり、プレスジャッキの圧力、掘進速度、ボイド部の充填率、土槽内の土水圧等を種々変化させ2シリーズ（8リング）の掘進実験を行った。なお、土槽内の模擬地山はコンクリート用の中目砂（相模川水系；比重2.60、FM3.25）を使用し、高さ方向約1m毎にランマで締固めを行った。締固めた模擬地山の乾燥密度は1.69g/cm³であり、簡易貫入試験によるNc30は3～15の範囲であった。

4. 実験結果

4.1 内型枠の組立

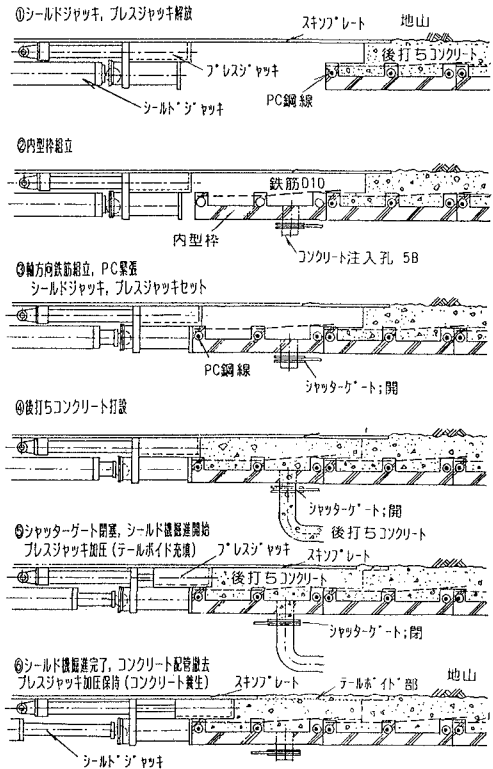


図-1 施工手順

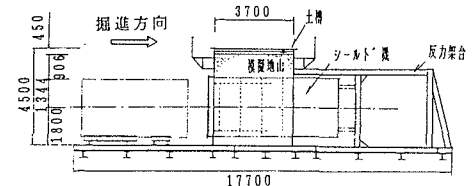


図-2 土槽実験の概要

内型枠の組立方法として、Kピースを用いず全体を4等分割で構成し、リング間継手部をシーロドジャッキで仮固定しながら、ピース間の継手は円周方向に導入するP Cによる方法の検討を行った結果、継手部にほぞを設けることにより比較的容易に内型枠の組立を行えることが確認できた。また、P C緊張に関しては、専用に製作した小型のRチェアーを使用し、片引きで緊張を行うことにより、狭い坑内での作業が可能であることが確認できた。

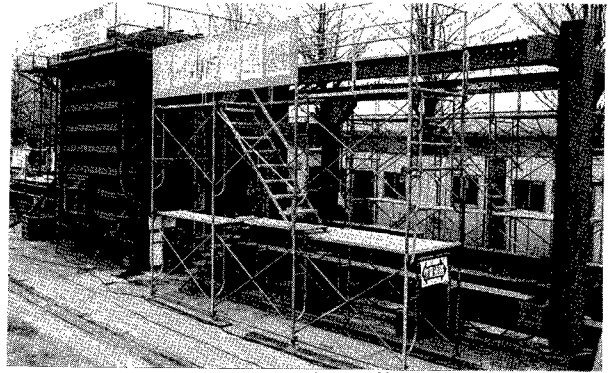


写真-1 土槽実験の状況

掘進完了後土槽内部から取り出した覆工体の状況を写真-2に示す。覆工体の出来形は図-3に示すように、1リング目および3リング目をワイヤソーで切断し、上中下および各45度方向4カ所の計8カ所で覆工厚を測定した。表-1に覆工厚の測定結果を示す。同表に示すように、覆工厚は実験シリーズ1で290~315mm、実験シリーズ2では280~341mmの範囲となっており、天端部（測点①）においてスキンプレート外側からの基準値(294mm)を若干下回る結果となった。これは、位置的要因のほか、今回の実験ではコンクリートの打設位置が下方1カ所であったことが原因と考えられる。しかしながら、有効覆工厚であるスキンプレートの内側を基準とした設計値(266mm)に対しては十分な覆工厚を有していることが確認できた。

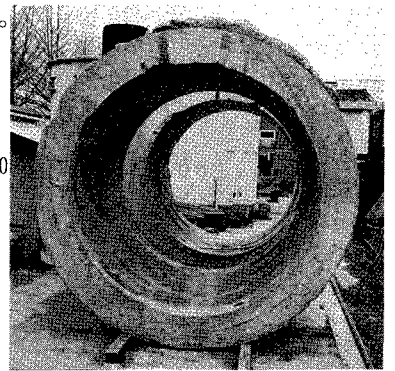
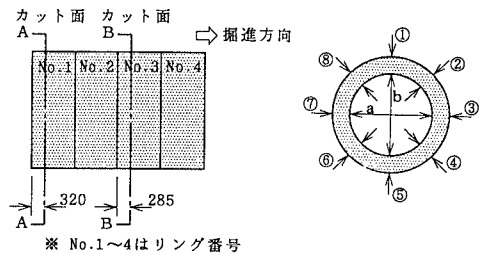


写真-2 覆工体状況

構築されたライニングの真円度を評価する目的で、ピース間継手部で内空を測定した。表-2に測定結果を示す。同表から、本実験における内空と設計値との差は-2~+6mmの範囲のあり、本工法によって構築されたライニングが優れた真円度を有することが確認できた。



※ No.1~4はリング番号

平面図

断面図

図-3 出来形計測位置

5. まとめ

今回開発を行ったP Cプレキャスト製の内型枠を用いたE C L工法は、省力化施工、施工速度の向上が期待できる合理的な工法であり、

表-1 覆工厚の測定結果 (mm)

実証実験により本工法の有効性を確認することができた。今後は本工法の特徴を更に生かす効率的な施工方法の確立、ならびに経済的かつ合理的なP C内型枠の設計を行いたいと考える。

測点	基準値	実験シリーズ1		実験シリーズ2	
		測線A (1リツグ目)	測線B (3リツグ目)	測線A (1リツグ目)	測線B (3リツグ目)
①	294	290(-4)	292(-2)	280(-14)	284(-10)
②		297(+3)	298(+4)	300(+5)	305(+11)
③		307(+13)	302(+8)	313(+19)	312(+18)
④		298(+4)	309(+15)	305(+11)	320(+26)
⑤		296(+2)	315(+21)	294(±0)	316(+22)
⑥		312(+18)	307(+13)	280(-14)	341(+47)
⑦		301(+8)	314(+20)	312(+18)	331(+37)
⑧		294(±0)	302(+8)	300(+6)	301(+8)
平均		300(+6)	305(+11)	298(+4)	314(+20)

※ () 内は基準値との差

表-2 内空の測定結果 (mm)

測点	設計値	実験シリーズ1		実験シリーズ2	
		測線A (1リツグ目)	測線B (3リツグ目)	測線A (1リツグ目)	測線B (3リツグ目)
1	2100	2102 (+2)	2101 (+1)	2101 (+1)	2100 (±0)
2		2098 (-2)	2100 (±0)	2103 (+3)	2104 (+4)
平均		2100 (±0)	2100.5 (+0.5)	2102 (+2)	2102 (+2)

※ () 内は基準値との差

参考文献：1)金子他；PCプレキャスト内型枠を用いたE C L工法の開発（その1）；土木学会第49回年次学術講演会第6部、pp.438~439、平成6年9月。

2)森他；PCプレキャスト内型枠を用いたE C L工法の開発（その2）；土木学会第49回年次学術講演会第6部、pp.440~441、平成6年9月。