

12. シールド工事における直打ちコンクリートライニング工法

鉄建建設(株)：熊井 文孝

1. はじめに

従来のシールド工法は、シールド機によって掘削し、そのテール部でセグメントを組立て覆工し、地山とセグメントの間のテールボイドにモルタル系裏込注入材を充填するものである。

一方、直打ちコンクリート工法はセグメントと裏込注入材に変えて掘削機後部で直接コンクリートを打設する方法である。

ここで述べる直打ちコンクリート工法は、シールド機の掘進と同時に内型枠と地山との間で妻枠の移動によって形成される部分へテールボイドを生ずることなくコンクリートを連続的に打設し、コンクリート圧力で土圧・水圧に対抗(図-1参照)させると共に、地山に密着することによって地盤沈下(図-2参照)を最小限におさえる方法である。

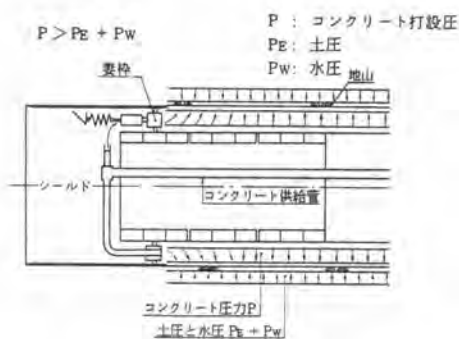


図-1 コンクリート打設圧



図-2 沈下の進行モデル

2. 覆工の考え方

(1) 直打ちコンクリートによって形成される一次覆工コンクリートを、山岳トンネルで一般的に用いられている吹付けコンクリートや矢板と同様に考えて、不定形材料としてコンクリートを地山に密着させ、H型支保工で地山を安定させる(H Beam-Extruded Concrete Lining: H-ECL)。

(2) さらに、この後方でH型支保工を二次覆工コンクリートの補強材として、鉄骨鉄筋コンクリートを形成し構造体とする二重セル構造(図-3参照)である。

従って、(1)では、コンクリートが地山に密着するので地盤反力を積極的に評価でき、軸力が増加し曲げモーメントが小さく(図-4参照)できる利点があり、コンクリート覆工厚の検討上有利となる。又、一次覆工コンクリートを仮設構造物と考えることができるので、覆工厚さも薄くてよいので経済

的である。

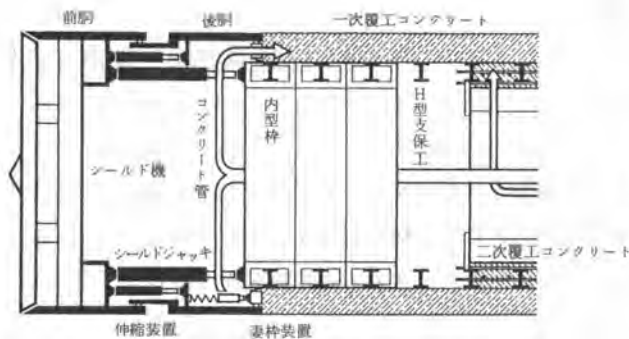


図-3 H-E-C-L概念図

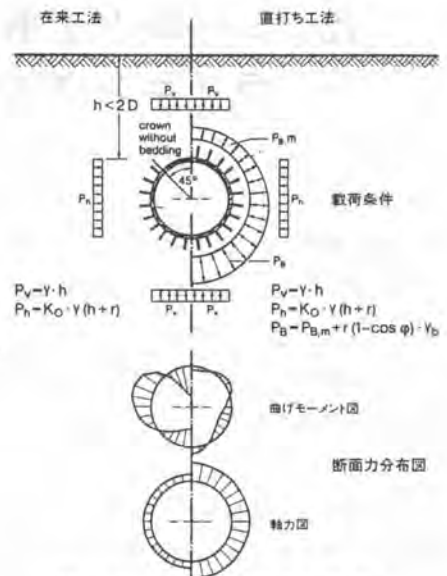


図-4 載荷・断面力比較図

3. 機械及び設備の特徴

- (1) 掘進機の推力は内型枠とコンクリートの摩擦力によって反力を得る。従って内型枠は相当の剛性を有する構造となる。
- (2) 一次覆工用内型枠の数は、(1)で述べたように推力に十分な摩擦力を有する型枠長さか、又は、所要脱型強度が得られる養生時間が確保できる型枠長の両方を満足するもので、これらを打って返しして使用する。
- (3) 内型枠は、リング毎に各ビースを脱着装置で一体に脱着移動される。
- (4) 掘進作業とコンクリート打設作業は並行して行うが、作業は各々を分離させるためにシールド機を掘進部(前胴)とコンクリート打設部(後胴)の二つに分離して、伸縮可能な機構としている。
- (5) コンクリートにはコンクリート打設圧調整装置によって妻枠を移動させ、一定の圧力が硬化するまで保持される。
- (6) シールド機後方台車の一部にコンクリートプラント台車を設け、ドライ状態でコンクリート材料をコンテナ車によって運搬し混練する。
- (7) セグメント置場や裏込注入プラントヤードは必要ないが、骨材置場及びセメントサイロ置場等のヤードが必要となる。
- (8) 二次覆工型枠は、一日の掘進量に見合う長さを標準とし、1日1回コンクリートを打設する。
- (9) 二次覆工コンクリートの打設は従来の方法と同様である。

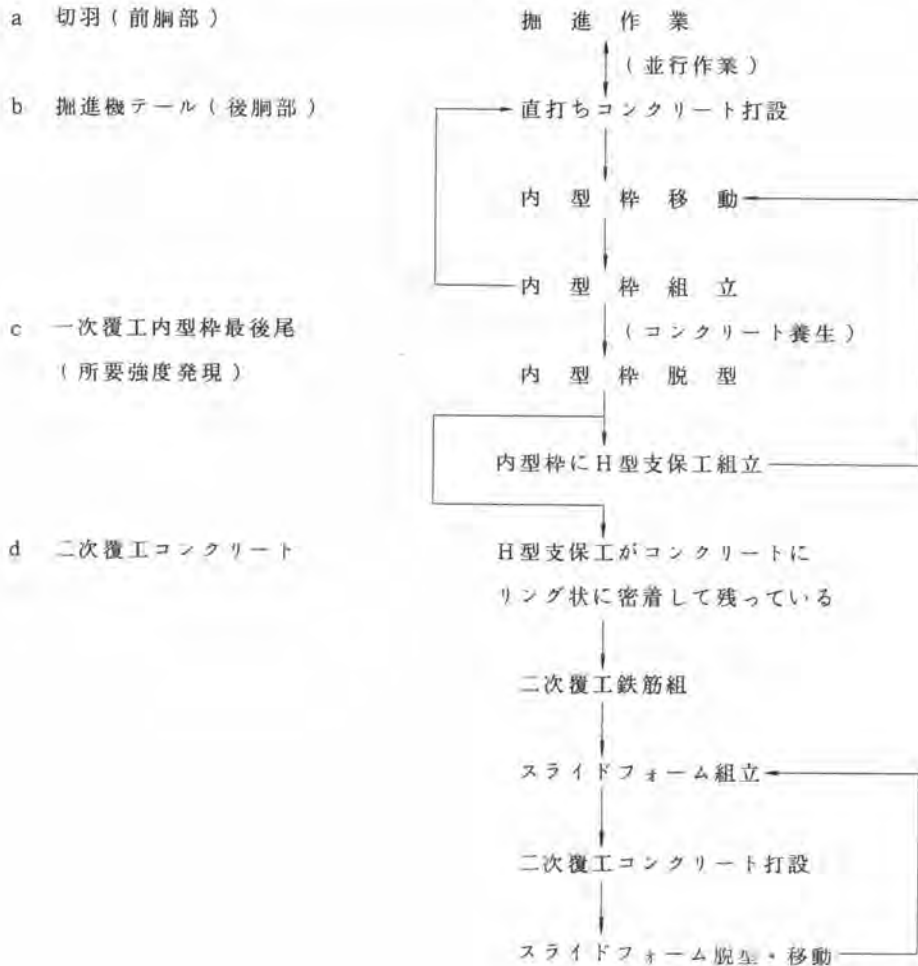
4. コンクリートの特徴

直打ちコンクリートに使用するコンクリートは次のような性質を有する。

- (1) コンクリートは長時間流動性を保ち、打ち継ぎ目の生じない配合である。
- (2) 型枠脱型時に所定の強度が得られるように、早期強度の発現する配合である。
- (3) 覆工コンクリートはプレストレスされるので圧縮強度が高くなり、又、ひび割れのない水密性に富んだコンクリートである。
- (4) コンクリートは妻枠に取り付けられた打設孔（円周上に複数個）から定量づつ打設されるので均一なコンクリートが期待できる。
- (5) スチールファイバーを使用することによって曲げ引張強度を高く評価することが可能である。

5. 掘進及び覆工作業

直打ちコンクリート工法では、従来工法でのセグメント組立て及び裏込注入の作業がなくなり、かわりに直打ちコンクリート打設のために内型枠に関する、脱型・内型枠へH型支保工の組込み・移動・組立て等の作業が生じる。これらをフローで示すと次のようになる。



6. 進行及び経済性

この直打ちコンクリートライニング工法は掘進と同時にコンクリート打設が可能であるため、セグメント覆工方式と比べても進行は変わらない。しかも、二次覆工を切羽付近で連続的に施工するので全体工程は早くなる。又、直打ちコンクリートの材料とセグメントを比較しても安価であるので総合的にコストは有利である。

7. おわりに

新しい直打ちコンクリートライニング工法について、その特徴や手順について述べてきたが、この工法はフランスのリヨン地下鉄等、ヨーロッパではすでに数例が実施されている。この技術について当社は西独・ホップティーフ社と技術提携を行って、安全性や施工性について充分検討を加えてH-ECL工法を発表した次第である。

コンクリートを直接地山に密着させ、コンクリートが硬化するまで圧力を保持するので地山を乱すことがなく環境に与える影響が確実に少い直打ちコンクリート工法が今後発展するよう努力する所存である。