

V-305

直打ちコンクリートライニング工法（ECL工法）システム開発実験

鉄建建設㈱ 正員 高野 佳博
馬場 恒夫
正員 熊井 文孝

1. 実験の目的

当社で開発しているECL工法のコンクリートは、土圧+水圧以上の圧力で打設され、加圧された状態で硬化するので次の様な特徴をもっている。

- 1) コンクリートがクラウン部でも地山と密着し、沈下を生じない。
- 2) コンクリート圧が覆工に伝播される為に、軸力が増加し、モーメントが減少するのでコンクリート覆工には、構造上有利である。
- 3) 構造上の弱点となる継手を有するセグメントと異なり一体の連続構造が可能である。又、プレスされた状態でコンクリートが硬化するので水密性の高いコンクリートが得られる。

西ドイツでは、図-1の様なモデルで上記の特徴を設計に反映している。すなわち、日本のシールド工法の慣用計算法では鉛直方向の地盤反力を等分布荷重で、水平方向の地盤反力を、地盤反力係数に比例する三角形分布荷重で評価しているのに対し、西独従来工法ではクラウン90°を除くバネ反力で、ECL工法では

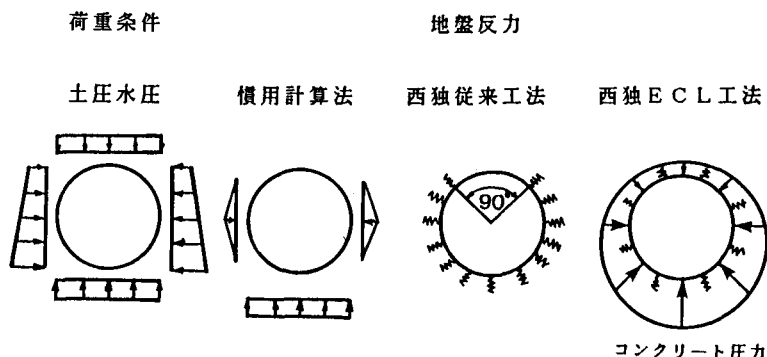


図-1 トンネルの設計方法

全周のバネ反力及び流体圧として作用するコンクリート圧を採用している。西独ECL工法の設計方法を用いて計算すると覆工の軸力が増加し、モーメントが減少する。しかし、その為には、ECL工法のコンクリートは、打設圧がパスカルの原理に基づく流体圧として伝播され打継目を生じないという特性を有する必要がある。又、プレス

コンクリートは、実質的な水セメント比が減少し、強度の増加が期待される。当社では、西ドイツの設計手法を検証し、自社のシステムの実用化を図るため、まず初めにECL工法に使用するコンクリートの配合試験と加圧コンクリートの増強効果試験を実施し、表-1に示す配合を得た。これに続き、表-1のコンクリートを用いてシステム開発実験を行なった。

表-1 コンクリート配合表

粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	水 セメ ント 比 W/C	細 骨 材 率 S/a	単 位 量 (Kg/m ³)				混 和 剤 (1) (%)	A E 減 水 剤 (%)	混 和 剤 (2) 高 性 能 減 水 剤 (%)
			水 W	セ メ ン ト C	細 骨 材 S	粗 骨 材 G			
10	47.4	55.0	180	380	942	776	1.0		0~0.6

にECL工法に使用するコンクリートの配合試験と加圧コンクリートの増強効果試験を実施し、表-1に示す配合を得た。これに続き、表-1のコンクリートを用いてシステム開発実験を行なった。

2. 実験設備

当実験の型枠設備を図-2に示すが、その主旨は、外型枠、内型枠及び妻枠によって決定される円筒

型の空間にコンクリートを打設しその挙動を把握するものである。実験機の内型枠が実施工の型枠に、外型枠が地山に相当し、コンクリート打設とともに実験、実施工でも妻枠がジャッキで引き込まれる。コンクリートポンプの打設能力は、事前にチェックし、打設口は、2インチの配管をした。又、型枠上下間で圧力差を生じる妻枠に対しては、アキュムレータでその鉛直性を保持し、コンクリート打設圧が、天端で $2.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 、流量が、 $30\text{l}/\text{min}$ となる様に管理した。

3. 実験結果

内型枠及び外型枠に於る圧力の分布状態を図-3に、コンクリートの強度試験結果を表-2に示す。又、仕上り面に打継目やクラックは、生じなかった。

4. 考案

図-3に示す圧力分布図に依ると外型枠で天端圧 $2.2\text{kg}/\text{cm}^2$ 、ヘッド差 $0.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 、内型枠で天端圧 $2.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 、ヘッド差 $0.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 、という結果が得られた。コンクリート圧が静水圧的に分布する場合、コンクリートの単体重量を $\gamma = 2.35\text{t}/\text{cm}^3$ とすれば、外型枠で $0.59\text{kg}/\text{cm}^2$ 、内型枠で $0.47\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力差を生ずることになる。型枠内のコンクリートの流れは、三次元的で複雑であるが、流速 v は、

$v = 30\text{l}/\text{min} \div (25\text{cm} \times 70\text{cm}) = 0.29\text{cm}/\text{s}$ 程度と非常に小さいので摩擦損失は、無視し得ると思われる。以上の結果からコンクリート圧は流体圧として作用し、設計に反映することが可能と思われる。

次にプレストレストコンクリートの増強効果であるが、このシステム実験では、実施工の地山に相当する部材として鋼製型枠が使用されている為、脱水効果が十分でなく室内実験と比較して増強効果は、余り発現されなかった。しかし、コア供試体は、その採取手段に依り、モールド供試体と比較して2割程度強度が減になることを考慮すれば、逆算して2割程度の増強効果があったと思われる。さらに、コンクリート表面に打継目、クラック等が発見されなかったことから、ECLの覆工コンクリートを連続体として解析することが可能と考えられる。以上の特性をECLの設計に反映すれば、より経済的な覆工断面が、可能なものとなる。

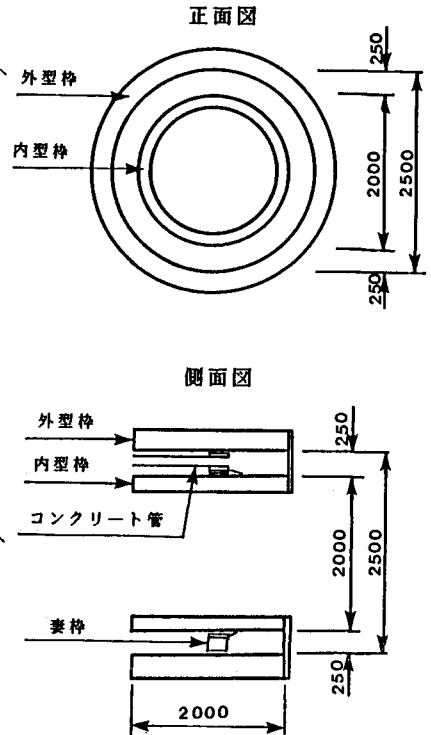


図-2 システム実験用型枠図

表-2 供試体強度比較表

供試体	圧縮強度 (Kg/cm^2)	単体重量 (t/m^3)
モールド	331	2.36
コア	335	2.41

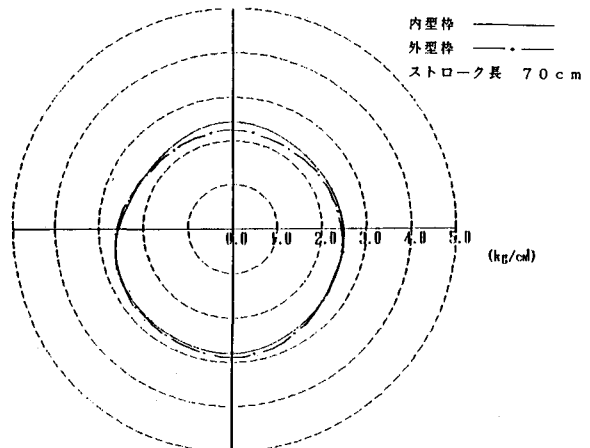


図-3 圧力分布図