

III-502 コンクリートと内型枠の摩擦力について

(並進直打ち工法(SECL工法)の開発)

佐藤工業(株) 正会員○福田研一 桐谷祥治

佐藤工業(株) 正会員 大野一昭 守山 亨

1. はじめに

並進直打ち工法において、シールドの推進はコンクリートのプレス反力とコンクリートの内型枠からの反力の二段ジャッキシステムにより行われる。このうち、後者についてはコンクリートと内型枠の摩擦力で受け持つ。したがってコンクリートと内型枠の摩擦力を求め、必要推進反力に対して内型枠存置延長を算定する必要がある。

本報告では、リング施工実験において2種類の実験方法で摩擦試験を行ったので、その結果、及び考察について述べる。

2. 実験概要

(1) 推進反力と必要摩擦力

図-1に示すように、本工法では推進反力をコンクリートと内型枠に取る。しかし、これまでのリング施工実験結果から、コンクリートの流動性を保ちながらコンクリートをプレスする必要があるため、推進加圧中のプレス荷重は小さくなる。したがって、推進・加圧中の推進反力の大部分は内型枠に取ることになる。

リング施工実験を例にとって必要摩擦力を算定すると、以下のようになる。なお、 m^2 当りの推力は通常の施工例($30\sim35 \text{ tf/m}^2$)の2倍とした。

$$R = P \times A_1 = 70 \times 5.11 = 358 \text{ tf}$$

(R : 総推進反力(tf), P : m^2 当りの推力(70 tf/m^2), A_1 : 掘削面積($\phi 2.55 \text{ m}$))

推進量を 6 m/日 、内型枠の脱型を3日後とすると、内型枠総面積 A_2 は

$$A_2 = 6 \text{ m/日} \times 3 \text{ 日} \times 2.0 \text{ m} \times \pi = 113.1 \text{ m}^2$$

したがって、必要摩擦力 S は

$$S = R/A_2 = 358/113.1 = 3.17 \text{ tf/m}^2$$

(2) コンクリートと内型枠の摩擦力

コンクリートと鉄筋の付着の主な要因としては、

- ①セメントペーストと鉄筋の間の粘着力
 - ②コンクリートと鉄筋の界面に働く摩擦力
 - ③フシの凹凸による機械的な支圧とせん断抵抗
- が考えられる。¹⁾

コンクリートと内型枠の摩擦においては、①と②が主な要因として考えられ、それらの要因に対する影響因子としては次のようなものが挙げられる。

- ①コンクリートの圧縮強度
- ②内型枠の表面状態状況
- ③コンクリート材料、及び締固め状態
- ④内型枠の位置(下部におけるブリージングの影響)

このうち、①が最も影響が大きいと考えられるが、圧縮強度が大きくなるほど摩擦力の増加率は少なく $\sigma_c \geq 350 \text{ kgf/cm}^2$ では増加しないとみられる。²⁾

(3) 実験方法

摩擦試験は、リング実験装置を使用して、以下の2通りの方法で行った。

方法A: 図-2に示すように、リング供試体の外側にあるスキンプレーートを引抜く時の荷重から算出する。試験材令は8日とし、そのときの σ_c は 200 kgf/cm^2 程度であった。

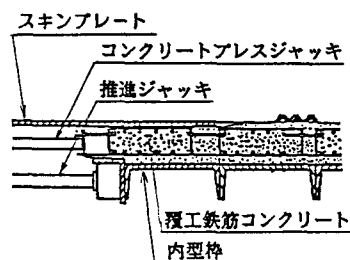


図-1 施工概要図

方法B；図-3に示すように、反力ジャッキによって内型枠に荷重を載荷し、そのときの荷重と内型枠のすべり量を求めた。試験材令は3日、そのときの $\sigma_c = 100 \text{ kgf/cm}^2$ 程度であった。

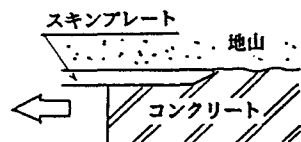


図-2 試験概要図（方法A）

3. 実験結果

（1）方法Aによる結果

試験結果を表-1に示す。スキンプレートが動き始めるまでに最大値の約90%の荷重が作用した。その後スキンプレートが移動していくと共に引抜き荷重は徐々に増加して、引抜き終了直前に最大値を示した。

試験は2回行い、平均摩擦力は 24.7 tf/m^2 となった。

（2）方法Bによる結果

摩擦力と内型枠すべり量の関係を図-4に示す。摩擦力 8.1 tf/m^2 に達するまで内型枠はすべらなかった。その後、内型枠がすべると共に摩擦力は徐々に増加し、すべり量 20 mm 時で最大摩擦力 16.5 tf/m^2 となった。

いずれの場合も、滑り始めた後摩擦力は増加しているが、これは内型枠の変形などによる機械的なせん断抵抗によるものと考えられる。

（3）考察

以上の試験結果から、すべり始め摩擦力 8.1 tf/m^2 （方法B）、最大摩擦力 24.7 tf/m^2 （方法A）、 16.5 tf/m^2 （方法B）が得られた。

内型枠は材令3日まで存置され、また摩擦力は材令（すなわち強度）に比例すると考えると、内型枠の平均摩擦力（すべり始め時） S_t は次のようになる。

$$S_t (\text{平均摩擦力}) = 8.1 \text{ tf/m}^2 \times 0.5 = 4.05 \text{ tf/m}^2 > 3.17 \text{ tf/m}^2 = S (\text{必要摩擦力})$$

（平均摩擦力の材令は1.5日として、方法Bは3日材令で試験を行ったため、 $1.5/3=0.5$ となる）

したがって、摩擦試験によるコンクリートと内型枠の平均摩擦力（すべり始め時）は推進反力から求めた必要摩擦力を越えているため、シールドの推進反力は十分に内型枠にとることができる。と考える。

4. おわりに

今回の摩擦試験結果より必要摩擦力以上の摩擦力が得られることがわかった。したがって、並進直打ち工法（SECL）の基本的システムである2段ジャッキ方式が十分に成立することが確認された。最後に本試験に際し、貴重な御助言、御指導を賜りました新潟大学山本教授に感謝の意を表します。

参考文献 1) 岩崎；コンクリートの特性，共立出版，昭和50年12月

2) コンクリート工学ハンドブック，朝倉書店，昭和45年7月

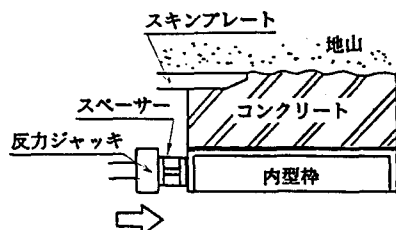


図-3 試験概要図（方法B）

表-1 試験結果

No	材 令 (日)	引抜き長さ (cm)	引抜き荷重 (tf)	摩 擦 力 (tf/m ²)
①	8	27.5	52.4	24.3
②	8	26.0	51.2	25.1
平 均	8	26.8	51.8	24.7

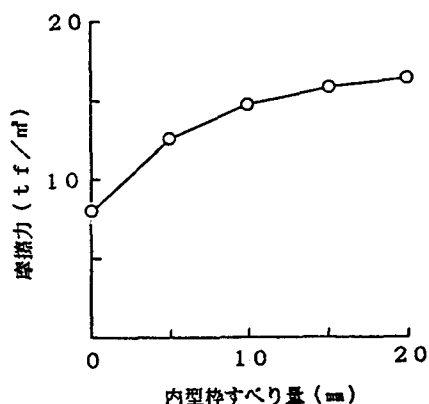


図-4 摩擦力と内型枠すべり量の関係