

III-454 直打ちコンクリートライニング工法—コンクリートの加圧充填性に関する検討—

前田建設工業㈱技術研究所 正会員 出 頭 圭 三
前田建設工業㈱技術研究所 正会員 佐 藤 文 則
前田建設工業㈱土木設計部 正会員 久保田五十一

1. まえがき

直打ちコンクリートライニング工法の特徴のひとつは、打設したコンクリートを加圧してコンクリートの物性を向上し、同時に隅々への充填性も確保しようとするところにある。コンクリートの物性の向上は主に加圧により生じる脱水現象によって達成され则认为られるが、この脱水現象は一方でコンクリートの流動性を低下させ、充填性を損なう恐れもある。したがって、本工法の実用化に当たってはコンクリートの充填性に関して十分検討しておく必要がある。

本報告は、MLS (Maeda Lining System) 工法の開発にあたって実施したコンクリートの加圧充填性に関する実験の結果をまとめたものであり、充填性に対する配筋の影響、加圧速度の影響、コンクリートの移動等について検討した。

2. 実験概要

加圧充填性を調べるのに用いた型わくは、長さ1.8m、幅60cm、高さ30cmの平板型で、片端部に加圧用の可動プレス板を装備したものである。実験では、このプレス板を油圧ジャッキでコンクリート中へ押し出して、型わく内に打設したコンクリートが上部の25mm厚の空隙中へ充填されるかどうかを調べた。この時、プレス板の加圧力とストロークを測定した。コンクリートの充填および脱水状況は目視で調べた。また一部実験では、カラーコンクリートを用いてコンクリートの移動状況を調べた。

コンクリートの配合を表-1に示す。スランプ12cmのベースコンクリートに流動化剤を添加してスランプを20cmにして使用した。鉄筋は上段、下段ともD16mmをかぶり5cm、15cmピッチで2方向に配置した。

実験で考慮した主な条件は以下のとおりである。

- ・鉄筋籠の位置（プレス板側、反対側（既設コンクリート側））
- ・プレス板の移動速度（4～46mm/min）

なお、加圧力が5kgf/cm²を越えた時点で実験は終了とした。

3. 実験結果

(1) コンクリートの充填状況

① プレス板の移動速度の影響

プレス板の移動速度を4、7、46mm/minとしてコンクリートの充填状況を調べた。移動速度が46mm/minの場合には、コンクリートの移動は順調で、加圧力の上昇もほとんど見られず（1kgf/cm²以下）に空隙への充填が行えた。しかし、移動速度を4mm/minおよび7mm/minとした場合には、コンクリートの充填性は配筋等の影響を大きく受け、加圧力を7kgf/cm²まで上昇してもコンクリートがほとんど移動せず、空隙への充填が行えない状況も見られた。通常のシールド工事で直打ちコンクリートライニング工法を実施する場合には、加圧速度は10mm/min程度までであるので、充填性を確保するためには何等かの対策を考える必要がある。

② 配筋状態の影響

プレス板の移動速度を4mm/minと一定にしてコンクリートの充填状況を調べた。図-1(a)に示すように鉄筋籠を既設コンクリート側

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
			セメント	水	細骨材	粗骨材	減水剤	流動化剤
20	55	55	331	179	991	842	3.31	3.97

に配置し、プレス板付近のコンクリートで空隙を充填する方法は、加圧力が 7 kgf/cm^2 に達してもコンクリートがほとんど盛り上がり、空隙の充填はできなかった。図-1(b)のように鉄筋をプレス板側に配置し、既設コンクリート側のコンクリートで空隙を充填する方法は $2\sim 3\text{ kgf/cm}^2$ 程度の加圧力でコンクリートが盛り上がり、空隙を充填することができた。（最終圧力は 5.3 kgf/cm^2 ）

コンクリートの移動状況を把握するため図-1(b)ではカラーコンクリートを用いて実験を行った。コンクリートが硬化した後試験体を中央で割裂して観察した結果を図-2に示す。鉄筋籠が黒色コンクリート中に貫入し、それに伴って鉄筋籠内部のコンクリートと黒色コンクリートが盛り上がり、空隙を充填していた。プレス板側では、コンクリートからの脱水が加圧の比較的早い時期から生ずるため、脱水した部分のコンクリートは固くなり、鉄筋籠と一体となって移動する。そのため鉄筋籠内部のコンクリートも鉄筋籠と共に加圧方向に移動してしまい、上方にはほとんど移動しない。鉄筋籠に囲まれていない無筋状態のコンクリートが既設コンクリート側にある場合には、このコンクリートは流動性を保持しているため空隙が充填されるが、プレス板側にある場合には、脱水により流動性が失われているので、鉄筋籠が強く既設コンクリート側に押しつけられるだけで空隙の充填は困難となる。ただし、図-1(b)の充填方法も加圧により鉄筋位置が移動するため問題があるものと考えられる。

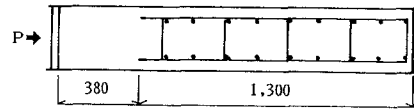
(2)加圧力

鉄筋籠を既設コンクリート側に配置した場合(a)とプレス板側に配置した場合(b)のプレス板の移動量と加圧力の関係を図-3に示した。プレス板の移動速度は 4 mm/min である。加圧の初期段階では、プレス板の移動が進んでも加圧力はほとんど増加していない。この間はプレス板がコンクリートに密着するまでの過程であると推測される。次の段階では(a)と(b)の加圧力には大きな違いが見られる。(a)では加圧力が急上昇してプレス板からかなりの脱水が見られ、空隙の充填は困難であった。(b)では圧力は徐々に増加し、脱水は(a)よりも少なく充填が可能であった。最終段階では加圧力が急上昇し、脱水量も増加した。この結果から判断すると、加圧力の増加が脱水を伴い、以後の充填は困難になるものと推測される。

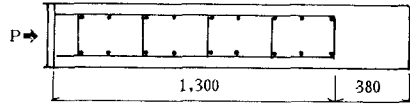
4. まとめ

以上の結果、コンクリートの充填性を確保するための条件として以下の事項が明らかとなった。

- ① プレス板の移動速度を速くする。
- ② 鉄筋籠をプレス板側に配置し、既設コンクリート側に無筋状態の部分設ける。
- ③ コンクリートからの脱水を防止する。



(a) 既設コンクリート側に配置



(b) プレス板側に配置

図-1 鉄筋の配置状態

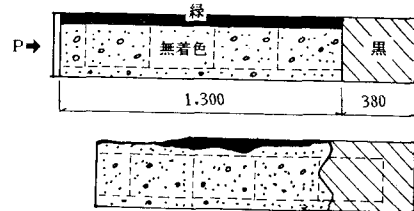


図-2 カラーコンクリートによる
コンクリート移動状況の観察

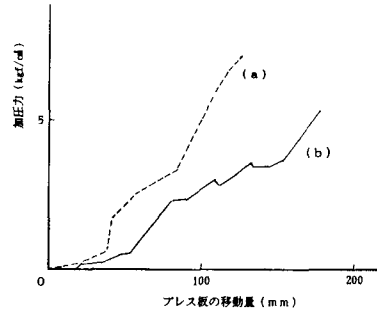


図-3 プレス板の移動量と加圧力の関係