

V-131

完全止水型掘削・覆工併進工法コンクリートの荷重実験

大成建設 正会員 坂本全布
大成建設 金子迪弼
五洋建設 原 修一

1. はじめに

完全止水型掘削・覆工併進工法『TPCL工法』では、防水シート、鉄筋、型枠を組み立て、フレッシュコンクリートをコンクリートポンプで打設した後、プレスジャッキで加圧する。その後所要の強度が得られるまで養生した後、外型枠であるスライドリングと妻型枠であるプレスリングを解放してマシンを推進させる。マシン推進時には、同時に裏込め材をテールボイドに注入する。この注入圧力は、地山の土圧や水圧より1～2 kgf/cm²程度大きい圧力で施工される。ライニングは、この注入圧力に対して変形、破壊を起こしてはならない。本実験は、裏込め材の注入圧力がライニングにどのような影響を与えるかを定量的に把握したものである。

2. 実験用コンクリートの配合および実験方法

表-1に使用材料を、表-2にコンクリートの配合を示す。コンクリートは、早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートおよび早強ポルトランドセメントで急硬材を用いたコンクリートの2種類とした。実験は、鉄筋（D19-4本）およびプラスチック系防水シートの影響を把握するために、それぞれの有無について4体のライニング供試体30×35×50cmを作製した。実験方法は、先ず供試体を縦長に設置し、コンクリートを打ち込み後、直ちに30×35cmのプレス板を用いて3 kgf/cm²の圧力で60分間プレスした。この時のプレス量および脱水量を測定した。次に図-1に示す方法により荷重を単調増加させてコンクリートの変形量および応力を測定した。

表-1 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント
細骨材	千葉産の山砂
粗骨材	相模産の砕石2005
混和剤	芳香族アミノスルホン酸系 高分子化合物
急硬材	カルシウムサルホアルミ ネート系化合物

表-2 コンクリートの配合

配合	型枠の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 w/c (%)	富化材料 s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	急硬材	主成分
						W	C	S	G	ad	AE	主成分
早強	20	21 ± 1.5	4.5 ± 1.5	55	50	187	340	861	881	1.7	—	—
										0.34		
急硬材	20	21 ± 1.5	4.5 ± 1.5	60	50	202	335	822	841	1.7	30	
										0.34	1.32	

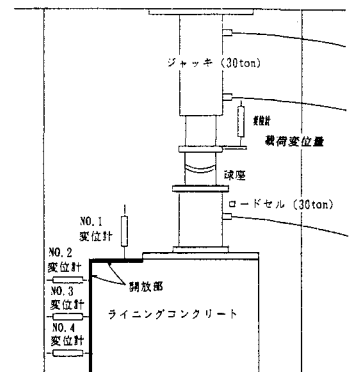


図-1 荷重実験の概要

3. 実験結果

表-3にコンクリートの試験結果をまとめて示し、表-4に荷重実験のまとめを示す。圧縮強度はプレスすることにより増大し、材齢28日で1.4～1.55倍であった。これは、プレスすることにより余剰水が脱水されるために水セメント比が練り上がり時よりも小さくなった結果である。急硬材コンクリートの圧縮強度の平均値は、プレス直後で12.6 kgf/cm²、3時間で42.7 kgf/cm²、28日で473 kgf/cm²であり、急硬材を用いないものより大きな強度を示した。プレス量は、10分程度で最大となり、脱水量

表-3 コンクリートの試験結果

実験 NO	コンクリート の種類	スラブ (cm)	空気量 (%)	練り上がり 温度(℃)	圧縮強度 (kgf/cm ²)					
					直後	1週間	2週間	3週間	7日	28日
1	早強	20.0	4.4	26.3	1.53	4.04	8.30	15.66	406 264*	436 304*
2	急硬材	21.0	4.4	26.4	12.22	18.84	25.35	42.91	477 296*	499 324*
3	急硬材	22.5	4.4	26.2	11.87	14.13	22.92	40.89	411 255*	443 312*
4	急硬材	22.0	4.0	28.0	13.68	17.68	26.23	44.25	444 293*	477 320*

注) スラブ、空気量、練り上がり温度は、プレス直前。

圧縮強度は、プレスした試験体(Φ10×20cm)。

直後は、プレス終了直後。

材齢7日および28日は、プレス後に標準養生した。

* は、プレス無しの標準養生。

は25分程度で最大となった。プレス量および脱水量は、実験NO.2を除いてほぼ同等で23~26mm、4.5~5.0%であった。図-2に実験NO.4の載荷応力と変位量の関係を示し、図-3に実験NO.4の載荷実験終了後のひび割れ発生状況を示す。ひび割れ発生荷重は、圧縮強度と同等もしくはやや大きかった。ひび割れは載荷面に最初に発生し拘束側面に進展した。変位量から推定すると載荷応力20kgf/cm²程度まで耐えられると推定された。なお、鉄筋およびプラスチック系防水シートの有無は、載荷応力によるひび割れの発生荷重には影響を及ぼさなかった。

4. まとめ

①載荷実験によるひび割れ発生荷重は、ライニングコンクリートの圧縮強度と同等以上であった。

②急硬材を添加したコンクリートは、プレス直後で圧縮強度が11.9~13.7kgf/cm²の範囲であり初期強度の改善に急硬材の添加が有効であることが明らかになった。

このように、12kgf/cm²の荷重に耐えられることは、地下40m(水圧4kgf/cm²、裏込め注入圧6kgf/cm²)相当での施工が可能であると推定される。

表-4 載荷実験のまとめ

実験 NO	コンクリート の種類	直接圧縮強度 (kgf/cm ²)	鉄筋 有無	防水シート 有無	プレス量 プレス率	脱水量 脱水率	ひび割れ 発生荷重	載荷最大 荷重	載荷最大変位量
1	早強	1.53	有り	有り	24.85mm 4.78%	1845cc 18.07%	1.45 kgf/cm ²	20.4 ton	5.87mm
2	急硬材	12.2	有り	有り	16.74mm 3.22%	675cc 6.12%	12.5 kgf/cm ²	28.4 ton	3.02mm
3	急硬材	11.9	無し	有り	25.68mm 4.94%	1335cc 12.10%	12.3 kgf/cm ²	28.5 ton	7.08mm
4	急硬材	13.7	無し	無し	23.73mm 4.56%	1358cc 12.31%	14.7 kgf/cm ²	27.6 ton	11.09mm

注) 直後圧縮強度は、試験体(Φ10×20cm)による。

プレス率は、試験体の長さ520mmに対する百分率。

脱水率は、コンクリート中の水に対する百分率。

ひび割れ発生荷重の判定は、目視および変位計による。

載荷最大荷重は、載荷試験の最終強度ではない。

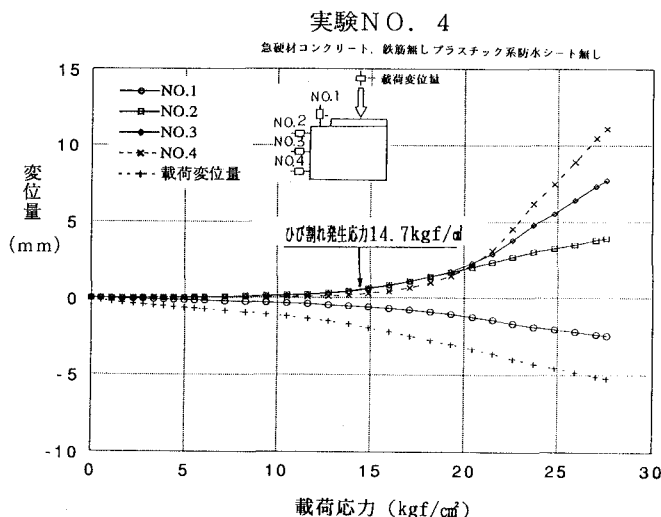


図-2 載荷応力と変位量の関係

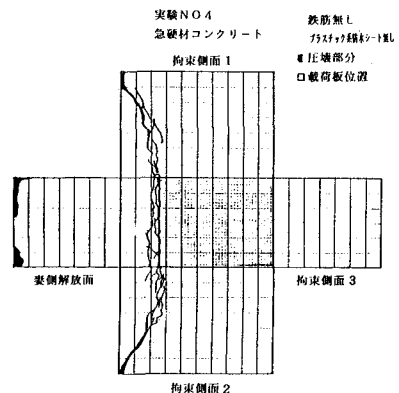


図-3 載荷実験終了後のひび割れ発生状況