

国鉄 東京第一工事局 (正) 小山 幸則

○ 同 上 (正) 新堀 敏彦

同 上 阿部 勇夫

1. 概要

シールド工法において場所打ちコンクリートによりトンネルライニングを施工する一次工法方法は、古くから国内でも施工例があるが、本研究は急硬性混和材に遅延剤を併用したコンクリートを使用することにより、施工サイクルを短縮する工法の開発を意図したものである。すなわち、本工法ではシールド推力はプレスリングを介してまだ固まらないコンクリートに伝達され、さらに地山、型枠、既設コンクリートがこれをサポートすることになる。この間コンクリートは加圧されるので、シールド推進に伴うテールボイドに押出され、裏込め工が不要となる効果がある。さらに推進終了後には、コンクリートは急速に硬化してトンネル外圧およびシールド推力を支持する強度が得られ、施工サイクルが短縮されるとともに、型枠の脱型転用も効率的となるといえるものである。したがって本工法に使用されるコンクリートは、

(1) コンクリートは現場搬入後、抗内運搬、打設、シールド推進に要する約60分の間、所要のコンシステンシー（スランプ 15~18 cm）を保つこと。

(2) 現場搬入後3時間での圧縮強度は、打設後推進時に加圧変形を受けても $\sigma_{24h} \geq 60 \text{ kg/cm}^2$ となる。

が必要であり、これを満足するものとして急硬性混和材に着目し、初期材令強度試験を行なった。

2. 試験方法

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの配合は表-1に示す4種類とした。セメントは普通ポルトランドを使用している。

また混練方法は、レディミクスコンクリートを現場へ搬入し、現場で遅延剤、急硬材を投入再混練する方法を想定し、図-1に示すとおりとした。

配合	G _{max} (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
						W	C	急硬材	S	G		18 SL	遅延剤
										5~13	13~25		
A	25	15~18	3~4	40	38	160	320	80	654	552	552	1	4.8
B	25	15~18	3~4	37.5	37.5	160	340	85	636	549	549	1.063	5.1
C	25	15~18	3~4	35.6	37	160	360	90	620	547	547	1.125	5.4
D	25	15~18	3~4	33.7	36.5	160	380	95	604	545	545	1.188	5.7

シールドテール内で型枠に充填されたコンクリートは、シールド推進時には加圧により、推進に伴って生ずるテールボイドに押出され強制変形を受ける。そこでこの

状態をモールド内で再現するため、図-2に示すように試験用モールドは2重構造とし、内部モールドを加圧しながら徐々に抜取り、外部モールドに充填してゆく試験方法をとった。加圧パターンは、既述の施工例に基づき図-3のように設定した。加圧時期は、コンクリートの凝結（ゲル化）開始前に加圧変形を終了させるため、急硬材を混練してから45分経過時により15分間とした。また凝結が開始してからこのような加圧変形を与えた場合の影響の度合を知るため、凝結開始直後から15分間加圧変形させた場合についても試験を行なっている。

3. 試験結果

図-4は急硬材混練後のスランプの経時変化をプロットしたものである。遅延剤の効果により60分後でもスラ

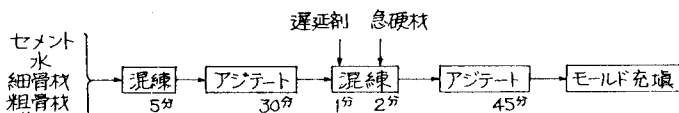


図-1 コンクリートの混練方法

ンプ低下は認められない。この間のコンクリートの温度変化率は一定で、65分後から変化率が増大し、ゲル反応が開始したことを示している。これに対応してスランプも急激に低下して、コンクリートが硬化してゆく状況がわかる。

表-2は加圧変形試験結果を非加圧非変形の場合と比較して示したものである。加圧変形を受けても3時間強度は60 kg/cm²以上となっていることが確認できる。一方、ゲル直後から加圧変形した場合には3時間では十分な強度が得られず、シールド推進はゲル開始前に終了する必要があることを示している。ただしこの場合でも5時間後には所要の強度に回復している。

加圧変形を非加圧と比較した場合、プレス効果により非加圧より強度増大することが期待されるが、試験結果では同等程度となっている。図-2の試験装置では加圧板は内部モールド面のみを加圧しており、外部へ充填される部分については、とくに内部モールドが引抜かれるため、十分なプレス効果が得られなかったものと考えられる。この傾向はとくに供試体上部で顕著になると考えられ、事実供試体は上部外面より破壊している。

表2のC*は急硬材を加えないプレーンコンクリートの試験結果である。初期強度は小さく、急硬材の効果は明らかである。

以上から、急硬材に遅延剤を併用したコンクリートは、場所打ちライニング工法コンクリートとして所要の特性を備えていることが確認できたことを考えることができる。

4. あとがき

場所打ちライニングによるシールド工法は、最近、東京都下水道局本田工区で〇社により施工された。今回、使用するコンクリートを早強とし、施工サイクルをセグメントを用いるシールド工法により近づけるよう各種検討を加えた結果、所要の特性を備えたコンクリートが実用可能となった。

なお、今回の試験にあたっては、電化工業KKの協力を得た。

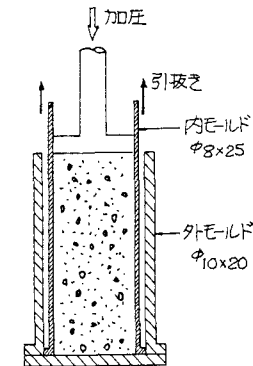


図-2 加圧変形試験装置

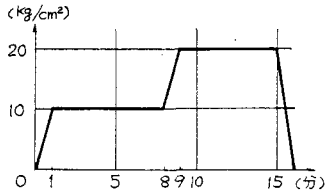


図-3 載荷圧と経過時間の関係

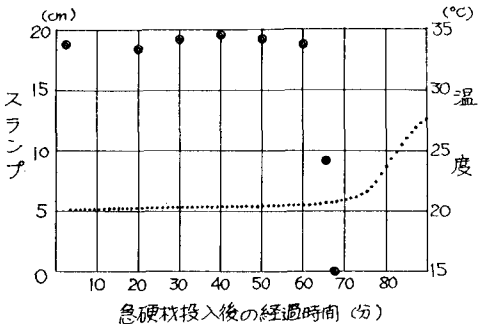


図-4 スランプと温度の経時変化(配合C)

表-2 試験結果一覽表

試体	原コン スランプ (cm)	急硬材 投入後 スランプ (cm)	空気量 (%)	コン 温度 (°C)	ゲル 時間 (分)	急硬材投入 後の指令 強度 (kg/cm ²)	2 ^H	3 ^H	5 ^H	6 ^H	7 ^H	28 ^D
A	11.0	18.0	2.0	20.5	85	非加圧・圧縮	8.9	61	118	—	364	
						“・割裂	1.0	8.3	12	—	33	
						加圧変形・圧縮	—	59	124	—	340	
B	10.5	17.5	1.9	19	90	非加圧・圧縮	3.8	69	124	—	358	
						“・割裂	0.85	7.0	12	—	33	
						加圧変形・圧縮	—	62	105	—	381	
C	11.0	17.5	2.2	20	65	非加圧・圧縮	55	116	143	—	367	
						“・割裂	10	13	15	—	36	
						加圧変形・圧縮	—	108	129	—	397	
						(ゲル直後)	—	22	62	—	91	
D	13.0	20.0	2.1	20.5	75	非加圧・圧縮	—	92	134	—	370	
						“・割裂	—	10	17	—	38	
						加圧変形・圧縮	—	—	—	—	348	
C*	9.5	—	2.8	19.5	—	非加圧・圧縮	—	—	—	2.8	348	
						“・割裂	—	—	—	—	31	
						加圧変形・圧縮	—	—	—	2.7	236	