

鉄建建設(株)正員 前 川 昭 礼
楠 忠 彦
花 田 稔 夫

1 ま え が き

E C L (直打ちコンクリートライニング)工法は既に知られている様にその利点とする所は多大ですが、まだ我国ではやつと本格的施工に着手した段階であり、今後大きく発展する工法と思われる。本研究は当社で技術開発を行つたE C L工法で使用したコンクリート材料と、その材料による構造体の性状についての実験による研究である。このE C L工法ではいろいろな条件での施工を考慮しているため、その製品である所のトンネル覆工構造物の強度特性についても各種各様に対応出来る事が望ましい。ここでは、ブレーン及びスチールファイバーコンクリート、鉄筋、鉄骨(H鋼)コンクリートの場合について構造の基礎実験による試験結果を報告する。

2 使用材料

試験に使用の材料は表-1に示す、この材料によるコンクリート配合は表-2に示した通りである。このコンクリートの強度特性は表-3に示す。

表-1 使用材料

セメント	N社製 早強ボルトランドセメント	鉄筋 S社製
細骨材	利根川水系鹿島砂 (比重 2.60 粗粒率 2.65)	SD30 D13,D16
粗骨材	利根川水系鹿島砂利 (比重 2.63 粗粒率 6.30)	
混和剤(1)	P社製 AE減水剤 (リグニンスルホン酸塩)	鉄骨 S社製
混和剤(2)	K社製 高性能減水剤 (ナフタリンスルホン酸ホルマリン高縮合 Na塩)	SS41
鋼繊維	k社製 公称長さ $l_f = 25\text{mm}$, 直径 $d = 0.5\text{mm}$	H-100x100x6x8

表-2 使用コンクリート配合表

配合 種 別	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) 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		
配合A	10	47.4	55.5	180	380	942	776	-	1.0 0~0.6
配合B	10	47.4	85.0	139	420	1042	585	79	1.0 0~1.0

表-3 コンクリート強度特性

性状	種 別	配 合 A	配 合 B
圧縮強度 (平均) (kg/cm^2)		$f_{c3} = 291$ $f_{c7} = 345$	$f_{c3} = 282$ $f_{c7} = 336$
曲げ強度 (kg/cm^2)		$f_{b3} = 38.3$ $f_{b7} = 41.4$	$f_{b3} = 51.9$ $f_{b7} = 54.8$
1/3 割線弾性係数	f_{c7}	$E_c = 3.2 \times 10^5$ (kg/cm^2)	

3 構造試験

1) 半円供試体

この供試体はE C Lシステム実験機による施工実験で打設された円筒構造体(外径;2500mm, 覆工;250mm)を半円に切断, 整形したものである。構造体としての強度特性を調べる目的で配合Aによる場合と配合Bについて行い、両者の比較検討をした。試験方法は図-1に示す様に線載荷とし、支点は溝形鋼の台座に石膏を流し、供試体をセットした。溝形鋼の台座は、左右の両端を緊結し、台座は平面上にフリーの状態で作荷試験を行つた。

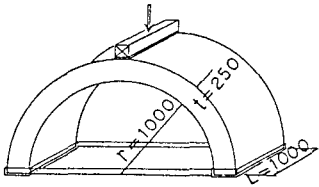


図-1 半円供試体試験方法

2) 平板供試体

この試験はH-E C L(H鋼を支保工として補強する)工法で、このH鋼を埋設した場合の二次覆工の強度特性について調べる事が目的である。通常の鉄筋コンクリートと鉄骨(H鋼)コンクリートの平板供試体により行つた。試験方法は図-2に示す様に2点載荷、2点支持で行つた。支承は一端固定、一端可動で両方とも回転可能の線支承である。載荷試験は点載荷と線載荷の二通りについて行い、都合15ケースについて試験をした。

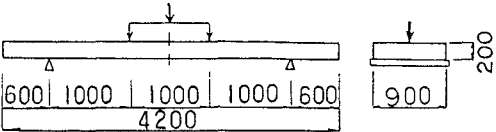


図-2 平板供試体試験方法

3) 円筒供試体

この試験体については1)の場合と同様にECLシステム実験機により作成された円筒構造体の長さ方向のみを切断、整形したものである。供試体の断面形状は、図-3に示したケースについて行つた。いずれの供試体とも外側の一次覆工コンクリートの形状は同一である。載荷試験方法は、JIS A 5303 遠心力鉄筋コンクリート管の試験方法に順じて行つた。即ち、線載荷、線支承による上下加圧の左右はフリーでの試験である。

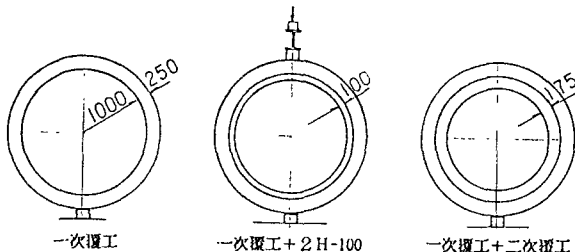


図-3 円筒構造体断面形状

4 試験結果

1) 半円供試体

荷重と変位量(載荷点中央部における)の関係について図-4に示す。表-3からも判断される様に、コンクリートの強度特性についてはそれほど大きな差はないが構造物としての破断強度は3倍以上となり、しかも配合Aでは急激な破壊に至る事にたいして、配合Bでは変位は増大するが破壊には至っていない。

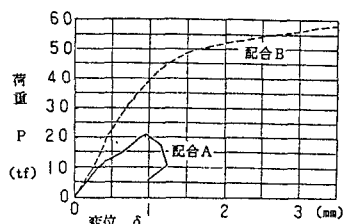


図-4 荷重と変位量(半円供試体)

2) 平板供試体

荷重と変位量(スパン中央部)の関係について図-5に一例を示す。この例にある供試体の断面係数は同一となる様にした。この図から判る様に両者の強度特性には大きな差異はなく、概ね同じ耐力、挙動を示している。詳細に比較すると鋼材(SS41とSD30)の差や鋼材とコンクリートとの付着の差に起因すると考えられるクラック等の違いはあるが大きくはない。

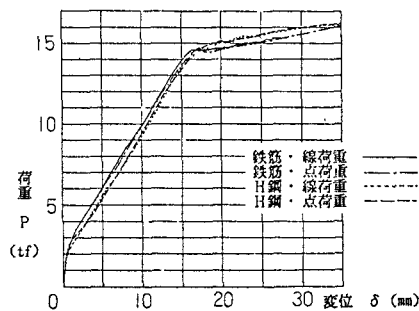


図-5 荷重と変位量(平板供試体)

3) 円筒供試体

一次覆工(配合A)のみの場合破壊近傍まで弾性変形しコンクリートの引張り強度近くで急激な破壊をした。これに対し(一次覆工+2H-100)では断面の応力分布が一様な変化でなく、一体構造と重ね構造の中間的な挙動を示し一次覆工が先に破壊した。一方(一次覆工+二次覆工)の場合では、始めに重ね構造で荷重の分担率は概略6(1次);4(2次)の割合であり計算値と一致した。

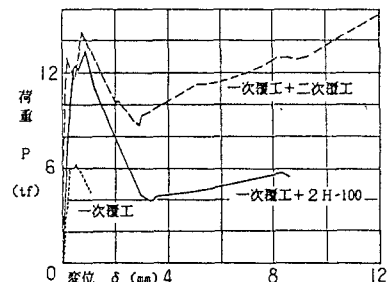


図-6 荷重と変位量(円筒構造体)

5 考察

今回のトンネル構造物としての性状試験において、平板供試体による試験では鉄骨コンクリートは鉄筋コンクリートと比較して強度的には同一である事が判断された(但し耐久性、ひび割れ等は別)一方円筒供試体では配合Bによる性状が著しく良好であつた。二次覆工では一次覆工と一体化する為に何らかの補強が必要であり、通常のコンクリート付着強度だけでは一体構造として期待する事は困難と考えられる。さらに円筒供試体では養生条件等により内部応力が発生していることが考えられるが、今回は不明である。