

III-36 コンクリートの耐水性に関する一考察

鉄道建設公団 正員 鬼頭 誠 末永充弘
フジタ工業㈱ 正員○伊藤祐二 青景平昌

1. はじめに

近年、都市機能の高度化にともない大深度地下空間の有効利用が叫ばれている。直打ちライニング工法（ECL工法）は、一般のセグメント工法と比べて幾つかの利点を期待できるがゆえに注目されている。本工法を滞水地盤に適用する場合には、コンクリートは打設直後から地下水圧を受け、地下水の浸透、あるいは内型枠やプレスリングのシール部の微小な隙間からの漏水による品質低下が起こる可能性がある¹⁾。このように外部からの水圧の作用を受ける場所に打設したコンクリートの、品質低下に対する抵抗性を耐水性と呼ぶこととし、硬化前の透水性状と硬化後の強度特性を評価するための試験装置を作成した。本報告はECL工法を想定し、コンクリートの耐水性に関して実験的に検討したものである。

2. 実験概要

図-1に耐水性試験装置を示す。コンクリート練り上がり直後に、スランプ、スランプフロー、空気量およびコンクリート温度を測定し、メンブレン内にこれを詰め（各層10cm）、压力容器内に静かに注水して蓋を閉じ、加圧すると同時に排出水量の測定を開始した。また、比較のために標準養生供試体（ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ ）も作成し、コア供試体と標準養生供試体の強度とを比較した。

表-1に試験条件を示す。排水条件のスリットは内型枠のシール目地の開きを想定したものである。本実験前に予備実験を行い、試料コンクリートとメンブレンとの間が水が通過していないことを確認した。

表-1 試験条件

加圧力	6 (kgf/cm ²)	加圧時間	1 or 24 時間
配合	表-2参照	試料高さ	3 種類 (10, 20, 30cm)
排水条件	スリット (幅3mm, 長さ200mm, 開口面積6cm ²) 全面排水 ($\phi 1.5\text{mm}$ 孔148ヶ, 開口面積2.615cm ² , 排水底盤上に不織布使用)		

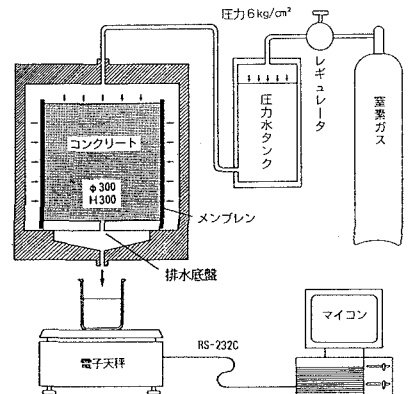


図-1 耐水性試験装置

表-2にコンクリートの配合を示す。ここで、『粘性』はセルロース系特殊混和剤、フライアッシュおよび高性能減水剤を併用してECL工法用に性質を改良した配合であり、『普通1』は一般の構造物に使用される通常のコンクリートの配合、『普通2』は細骨材率を大きくした配合である。また、『粘性ファイバー』と『普通ファイバー』は『粘性』および『普通2』にファイバーを混入した配合である。

表-2 コンクリートの配合

配 合 別	単位量 (kg/m ³)									目標スランプ (SI) 又は スランプフロー (Sf)	目標空気量 (%)	細骨材率 (%)	使用材料
	水	セメント	細骨材	フライアッシュ	粗骨材	特殊混和剤	高性能減水剤	高性能AE減水剤	鋼繊維				
粘性	180	327	802	171	824	0.645	13.08	0	0	Sf=65 ^{cm}	2	55	普通ポルトランドセメント (比重3.15) 川砂 (比重2.62) 砕石 (Gmax=20mm, 比重2.63)
粘性ファイバー	180	327	802	171	824	0.645	13.08	0	78	Sf=50 ^{cm}	2	55	
普通1	180	327	875	0	952	0	0	1.635	0	SI=18 ^{cm}	4	45	
普通2	180	327	947	0	800	0	0	1.635	0	SI=15 ^{cm}	4	55	セルロース系特殊混和剤 鋼繊維 (0.5x0.5x30mm)
普通ファイバー	180	327	947	0	800	0	0	1.635	0	SI=10 ^{cm}	4	55	

3. 試験結果および考察

図-2に全面排水条件の場合の累積排出水量と経過時間の関係を示す。特殊混和剤を用いた配合（『粘性』、『粘性ファイバー』）の累積排出水量は、用いない場合（『普通1』、『普通2』、『普通ファイバー』）と比べて非常に少ないこと、および『普通1』と比べて『普通2』の累積排出水量がかなり小さいことが認められる。特殊混和剤を用いない配合では加圧直後から排水が発生したが、単位時間あたりの排出水量は減少する傾向を示し、24時間経過時点では非常に小さくなっている。また、『普通1』と『普通2』の累積排出水量の差はコンクリート中の細骨材量の相違によると考えられ、微粒分量を増やすことでの耐水性をかなり改善できると思われる。さらに、特殊混和剤を用いない配合ではファイバー混入によって排出水量が幾分増大するが、これを用いた配合ではほとんど変わらない。いずれにせよ、ファイバー混入が排出水量に及ぼす影響はそれ程大きくない。

図-3に加圧後1時間における試験結果を配合および排水条件ごとに対数目盛りで示す。『普通1』では試料高さ（部材厚）が大きくなるとともに排出水量は小さくなるが、特殊混和剤を用いた配合ではほぼ一定に近い値を示した。『普通1』では試料中に含まれる量以上の水が排出されていることから、排出水量の大部分が透水によるものであると考えられる。一方、特殊混和剤を用いた配合では排出水量が試料高さによらずほぼ一定であることから、排出される水の大部分は加圧脱水によるものと考えられる。以上のことから、特殊混和剤を用いた配合では、部材厚が10cm程度でも良好な耐水性を有すると思われる。

図-4に耐水性試験後のコアおよび標準養生供試体の圧縮強度比率を示す。特殊混和剤を用いない配合の場合には10~30%程度強度が低下するが、これを用いた配合では逆に30%程度増大した。前者の場合に強度が低下したのは、透水によって生じた空隙の多い組織が残っているためであり、後者の場合には加圧による圧密と気泡の体積縮小の効果によって、逆に強度が増加したものと考えられる。

4. おわりに

水圧の影響を受けたコンクリートの品質低下に対する抵抗性を耐水性と呼び、ECL工法を想定した場合のフレッシュコンクリートの透水性状と透水状態のまま硬化させたコンクリートの強度特性を、試作した耐水性試験装置を用いて水圧6(kgf/cm²)にて実験的に検討した。本研究の範囲内で以下のことが言える。

- (1) コンクリートの耐水性を改善するためには、特殊混和剤の使用は極めて有効である。
- (2) 通常のコンクリートであっても微粒分量を増やすことで耐水性をかなり改善できる。
- (3) 特殊混和剤を用いたコンクリートでは、水圧6(kgf/cm²)に対して部材厚10cm程度でも漏水しない。

<参考文献> 1) 青景平昌他：ECL工法におけるコンクリートの充填性とテール部の止水性に関する実験研究、ECL研究発表会論文集、日本トンネル技術協会、1988、pp.36~39

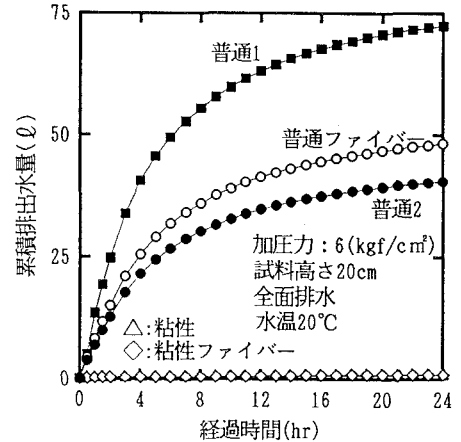


図-2 累積排出水量と経過時間の関係

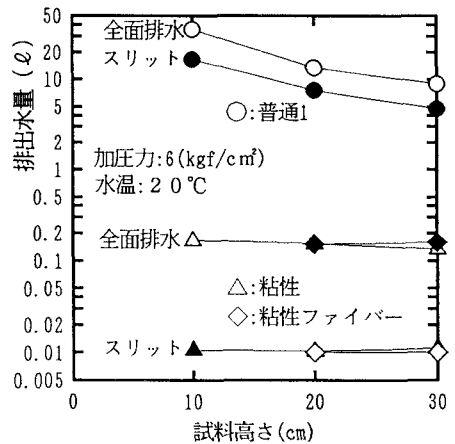


図-3 排出水量と試料高さの関係

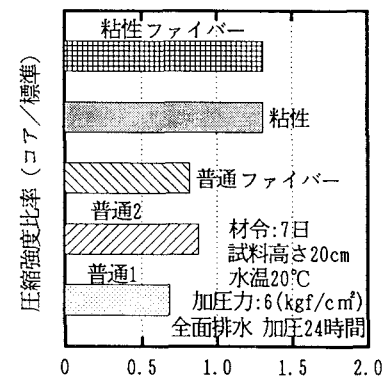


図-4 耐水性試験後の圧縮強度比率