

前田建設工業(株)技術研究所

正会員

牧 野 英 久

正会員

出 頭 圭 三

谷 直 樹

1. まえがき

地下遮水壁の構築材料には、大別して剛性材料（鉄筋コンクリート）と塑性材料（粘土＋セメント，ペントナイト泥水＋セメント）の2種類がある。塑性材料を用いた場合、遮水性の確保と耐久性に若干の不安があるため、我国では主に剛性材料が用いられているが、この場合も剛性が大きいと堤体に応力集中を生じたり、地震時にひびわれを生じて、漏水する可能性がある等の問題点が指摘されている。

本報告は、剛性材料と塑性材料の長所を有する新材料（塑性コンクリート）として、ペントナイトを混入したコンクリートに着目し、地下遮水壁への適用を対象として行なった一連の研究結果のうち、強度特性（一、三軸圧縮強度試験）及び透水性について検討したものである。

2. 実験概要

表－1 配合一覧表

(1) 使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント（N）

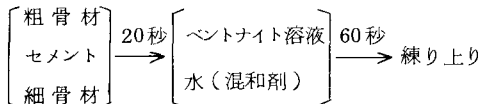
フライアッシュセメントB種（FB）

骨 材：川砂，川砂利（最大寸法25mm）

ペントナイト：クニゲルV1

(2) コンクリートの配合及び混練方法

コンクリートの配合を表－1に示した。ペントナイトは前もって10%溶液としておき、十分膨潤させて用いた。目標スランプは 18 ± 2.5 cmとし、材料投入及び練り混ぜは次の順序で行なった。



N：普通ポルトランドセメント

FB：フライアッシュセメントB種

表－2 試験結果一覧表

(3) 実験方法

一軸圧縮強度試験は $\phi 10 \times 20$ cm供試体を用い、JIS A 1108に準拠して行なった。試験材令は7，28，91日とした。

三軸圧縮強度試験は $\phi 10 \times 20$ cm供試体を用い、

非圧密非排水状態で試験を行ない、最大主応力差、破壊歪、粘着力、内部摩擦角及び最大主応力差の $1/2$ の点における割線変形係数 E_{50} を求めた。側圧は1，2，4，8 kgf/cm²の4段階、載荷速度は0.7%/minとし、試験材令は28，91日とした。

透水試験は円柱供試体を用いるアウトプット方法により、図－1に示す装置で行なった。試験は母材の透水と鉛直打継部を有する試験体の透水（打継透水）の2種類行なった。水圧はともに2，4 kgf/cm²（低圧）

配 合	練り上り性状			一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)			三 軸 圧 縮 試 験 (側圧 8 kgf/cm ²)									
	スランプ (cm)	空気量 (%)	練り上り 温度 (°C)	7 日	28 日	91 日	28 日					91 日				
							最大主 応力差 (kgf/cm ²)	破壊歪 (%)	変 形 係 数 (kgf/cm ²)	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 (kgf/cm ²)	最大主 応力差 (kgf/cm ²)	破壊歪 (%)	変 形 係 数 (kgf/cm ²)	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 (kgf/cm ²)
N-25-80	18.1	0.60	17.5	3.5	5.8	8.1	16.8 以上	7.50 以上	5.20	38.5	1.3	13.1	8.50	14.00	—	—
N-25-120	19.5	0.85	22.0	5.8	9.8	14.1	22.1 以上	7.00 以上	2.975	3.22	3.8	2.98 以上	7.50 以上	3.500	37.5	3.3
N-25-160	18.6	0.87	23.0	10.1	17.5	24.1	30.3 以上	7.50 以上	4.825	34.3	4.7	40.5	6.25	5.370	35.7	6.1
N-25-160(X)	18.8	5.75	23.0	10.5	18.5	27.8	36.2 以上	5.00	7.435	30.4	5.7	40.1	4.50	4.680	27.5	8.2
N-25-200	19.1	0.87	23.5	17.4	32.2	46.8	49.6	6.25	10.720	30.6	9.7	59.2	3.00	7.540	27.0	14.2
N-25-225	19.8	0.76	17.0	23.5	46.0	66.6	50.6	0.65	9.990	—	—	7.32	0.90	8.180	—	—
FB-25-120	19.0	0.68	19.0	5.9	11.6	18.0	28.1 以上	7.50 以上	4.110	37.4	3.0	39.4	6.25	6.270	39.3	4.2
FB-25-160	19.0	0.46	21.7	10.9	23.2	35.0	43.6	6.25	5.690	33.2	6.4	53.4	4.50	6.270	33.0	9.5

10, 15, 20 kgf/cm^2 (高圧) とした。母材透水は、材令28日から、打継透水は後打部の材令28日から試験を開始した。なお透水係数は試験体下部よりの水の流出量を測定し、次式より求めた。

$$K = \rho \cdot \frac{h \cdot Q}{P \cdot A}$$

ここで

- K : 透水係数 (cm/sec)
- P : 水圧 (kgf/cm^2)
- Q : 流出量 (cc/sec)
- A : 試験体の断面積 (cm^2)
- h : 試験体の高さ (cm)
- ρ : 水の単位重量 (kg/cm^3)

3. 実験結果

- セメント水比が増加するに従い、一軸圧縮強度も増加する傾向が認められた。(図-2)
- 一軸圧縮強度が増加するに従い、変形係数も増加する傾向が認められた。(図-3) なお変形係数は、単位セメント量が少ない N-25-80 で $500 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 程度、多い N-25-225 で $10000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 程度であった。(材令 28 日)
- 一軸圧縮強度が増加するに従い、破壊歪は減少する傾向が認められた。(図-4) なお破壊歪は、一軸圧縮強度が $20 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 程度までは 7.5% 、 $40 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 程度までは 4.5% 程度であった。
- 一軸圧縮強度が増加するに従い、透水係数は減少する傾向が認められた。(図-5) また水圧が増加するに従い、若干増加する傾向も認められた。(図-6) なお透水係数は、N-25-80 でも $10^{-6} \text{ cm}/\text{sec}$ 以下であった。
- 打継透水の透水係数は、母材透水に比べて若干低下する傾向が認められるが、ほぼ同程度の値を示した。(表-3)

4. まとめ

ベントナイトを混入する事により、十分な施工性を有する塑性コンクリートを得る事ができた。この塑性コンクリートの強度は、水セメント比により定まり、他の特性(変形, 透水)は、強度と相関性がある事も確認できた。なお透水係数は、単位セメント量の少ない配合(N-25-80)でも $10^{-6} \text{ cm}/\text{sec}$ 程度であり、遮水壁構築材料として十分な機能を発揮しうると考えられる。本実験は、日本大学理工学部関顧問の御指導により実施したもので、御指導に対し深く感謝致します。

表-3 透水試験結果一覧表

配 合	材令	母 材					打 継 部				
		2 kgf/cm^2	4 kgf/cm^2	10 kgf/cm^2	15 kgf/cm^2	20 kgf/cm^2	2 kgf/cm^2	4 kgf/cm^2	10 kgf/cm^2	15 kgf/cm^2	20 kgf/cm^2
N-25-80	1月	3.52	4.51	5.56							
	3月		28.8								
N-25-120	1月	4.5	13.9	3.25	10.40	9.40	33.0	6.20	5.51	6.57	70.6
	3月		12.9			51.6		16.1			
N-25-160	1月	3.4	8.4	4.7	16.2	15.2	4.2	11.3	19.3	23.4	20.3
	3月		2.3			6.0		4.2			7.2
N-25-160(B)	1月	5.3	3.9	9.7	69.5	90.9					
N-25-200	1月	0.32	0.58	2.3	5.7	13.4					
N-25-225	1月	0.34	0.55	0.88	0.95	0.74					
	3月		0.17			0.70					

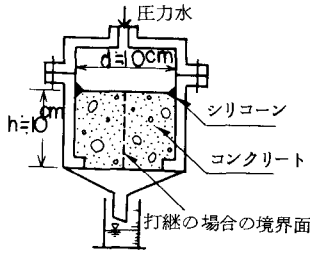


図-1 透水試験装置

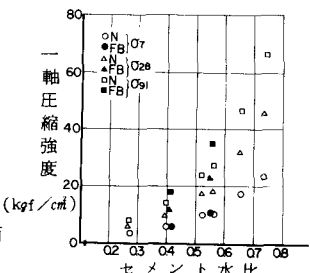


図-2 セメント水比と一軸圧縮強度

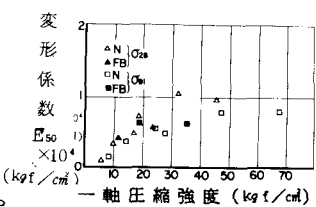


図-3 一軸圧縮強度と変形係数

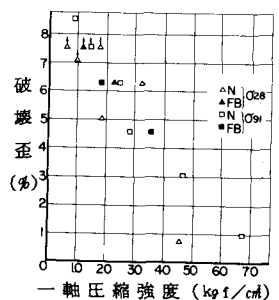


図-4 一軸圧縮強度と破壊歪

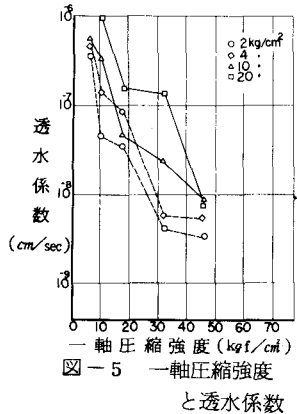


図-5 一軸圧縮強度と透水係数

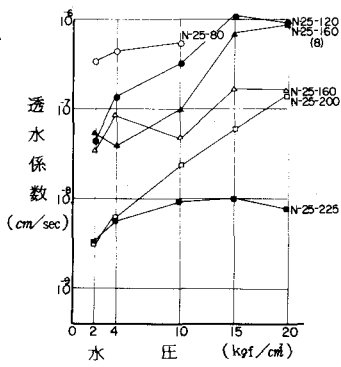


図-6 水圧と透水係数