

東京都立大学 正会員 村田二郎
 " " 〇鈴木一雄

I まえがき： 傾斜管におけるグラウトの流動性について理論的および実験的に検討した結果ある圧力コンクリートの理論流量と実測流量が一致するので傾斜管をグラウトのコンシステンシーの合理的試験方法として利用しうる可能性が示された。

表-1. 配合表

混和材名	流下時間 (秒)	配合比					ブリージング率(%)	膨張率(%)
		W/C+F	F/C+F	S/C+F	A ₁ /C+F	A ₂ /C+F		
フライアッシュ	16.0	50%	14.8	0.90	0.25	0.15	0.3	8.6
	18.2		14.8	1.05			1.6	9.1
	22.0		14.8	1.25			1.0	9.6
鉄精鉱	18.8		27.0	1.15			1.6	6.9
水	18.5		26.2	1.30			2.4	5.6

II 使用材料および配合： セメントは日本製普通ポルトランドセメント(比重:3.15)である。フライアッシュは比重2.19粉末度3180^{mm}のものを用いた。減水剤はポゾリスNo.8である。また混和材として銅がらみ粉末である鉄精鉱(比重=4.48,粉末度3380^{mm})および水銀(比重=3.29,粉末度3200^{mm})を用いた。グラウトの配合は表-1の様であってPポートで18秒程度を基準とし16秒および22秒のものについて試験した。

III 試験方法

1) 流下時間の測定： Pポートによる流下時間の測定は土木学会基準[プレパックドコンクリートの注入モルタルのコンシステンシー試験方法]によって行なった。

2) レオロジー定数の測定： 理論解析にレオロジー定数を用いるため回転粘度計により降伏値および塑性粘度を測定した。回転粘度計は外円筒回転型で外円筒半径は2.5cm, 内円筒半径1.25cmでトーションワイヤーのねじり定数は1.49^{dyn-cm/rad}である。降伏値および塑性粘度は外円筒の回転速度に対応するトルクを測定しコンシステンシー曲線から求めた。

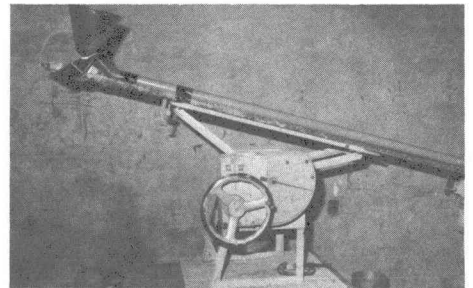


図-1 傾斜管の概観

表-2. 傾斜管の材質

材 質	管径(mm)	管長(cm)
アクリル樹脂	19	150
	30	
塩化ビニール	20	
ステンレス	20	

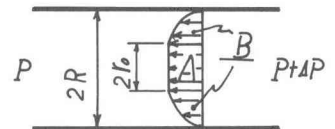


図-2.ビンガム体の管内の流速分布

3) 傾斜管による流量測定： 傾斜管の概観を図-1に示す。試験は管を傾斜台(0~90°まで可能)にセットし15°おきに0~60°まで変化させた。傾斜管の一端におっパーを取り付けグラウトをoverflowさせることにより圧力差を一定に保った。流量の測定時間は20~30秒である。傾斜管の材質は表-2に示す様である。

IV 結果および考察

1) 実測流量と理論流量の関係： グラウトをビンガム体と仮定すると管内における流速分布は図-2の様である。図-2においてAの部分は栓流部と呼ばれる。A,Bそれぞれの流量はレオロジー定数を用いBuckingham-Rainorの式(1)式および(2)式で示される。

$$Q_0 = \frac{\pi \cdot d \cdot P \cdot r_0^2}{4L \eta \alpha} (R - r_0)^2 \quad (1)$$

表-3. レオロジー定数測定結果

混和材名	流下時間 (秒)	塑性粘度 (Poise)	降伏値 (g/cm ²)
フライアッシュ	16.0	6.85	0.030
	18.2	7.73	0.054
	22.0	10.19	0.071
鉄精鉱	18.8	9.43	0.039
水	18.5	8.70	0.030

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot R^4}{8L \eta \mu} \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{2L C_f}{\Delta P \cdot R} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{2L C_f}{\Delta P \cdot R} \right)^4 \right] \quad (2)$$

ここに Q_1 : 流量, L : 管長, R : 管径, ΔP : 圧力差, Q_0 : 推流式流量, r_0 : 管流半径 ($r_0 = \frac{2L C_f}{\Delta P}$), C_f : 降伏値, η : 塑性粘度
 圧力差を管軸方向の圧力勾配で表わし各圧力勾配における突刺流量と理論流量を図-3に示す。図-3において突刺流量と理論流量は圧力勾配が0.63~0.65 g/cm²で一致した。これによれば圧力勾配が小さい場合バラツキが大きいが理論流量に近い値になっている。逆に圧力勾配が大きくなると突刺流量は理論流量を著しく上回る。これは管壁においてスリップを生じたためと思われる。

2) ジンステンシーの影響: 突刺流量と理論流量を基に各々の平均流速からその差をスリップ速度と呼ぶことにした。各ジンステンシーのスリップ速度と圧力勾配の関係を図-4に示す。これによればジンステンシーが大きい程スリップ速度が大きいがスリップ速度が0となる圧力勾配はグラウトのジンステンシーにガガわらずほぼ一定の0.63~0.65 g/cm²の範囲にあった。

3) 管径の影響: 管径19mmおよび30mmとした場合のスリップ速度と圧力勾配の関係を図-5に示す。図-5において管径が大きいものほどスリップ速度は大きいためその割合は逆にすなわち管径に比例する。管径の相異にガガわらず圧力勾配が0.63~0.65 g/cm²でスリップ速度は0となった。

4) 材質の影響: 材質の相異によるスリップ速度と圧力勾配の関係を図-6に示す。図-6においてアクリル樹脂と塩化ビニールの場合、材質の相異による影響は認められない。ステンレスの場合スリップ速度は一樣に小さい。これは管壁の粗度が大きいためと思われる。また圧力勾配の増加に伴うスリップ速度の増加の割合は各材質とも同様であった。これらの実験結果から傾斜管の材質にアクリル樹脂または塩化ビニールを用い管長150cm、圧力勾配を0.63~0.65 g/cm²で流量の測定を行なうとジンステンシーおよび管径によらず突刺流量と理論流量が一致する。したがって傾斜管を汎用性のある新しいジンステンシー試験法として提案しようと思われる。尚、レイノルズ定数の測定結果は表-3の通りであった。

参考文献

村田, 鈴木 無収縮グラウトの流動特性 セメント技術大会要集 1977年6月

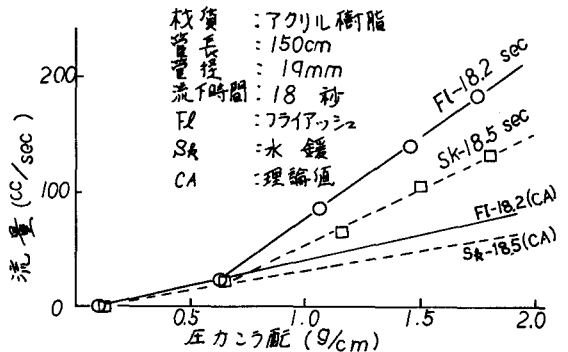


図-3. 突刺流量と理論流量

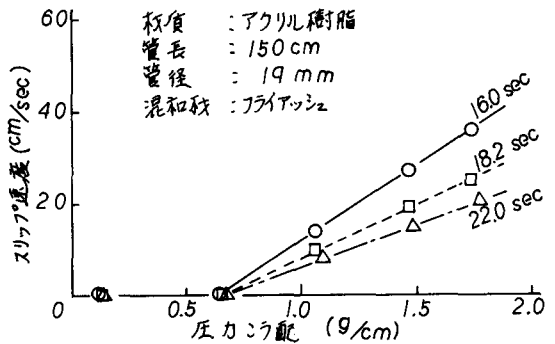


図-4. 各ジンステンシーのスリップ速度と圧力勾配

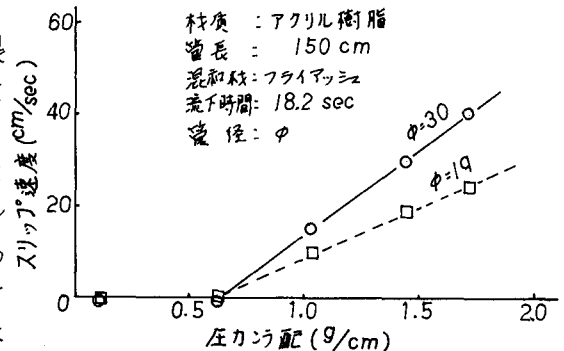


図-5. 各管径のスリップ速度と圧力勾配

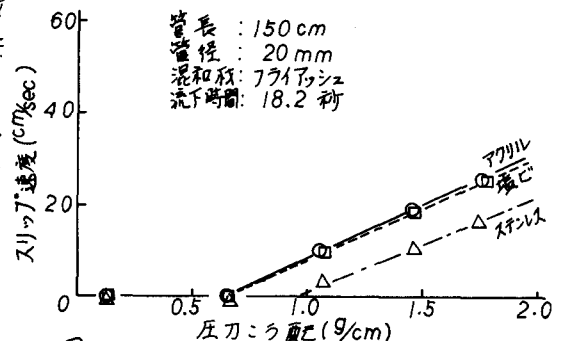


図-6. 各材質にお スリップ速度と圧力勾配