

秋田高専 正 長谷部正孝

1 序 論

現在 fresh prepacked concrete (モルタルという) のワーカビリティを測定 (表現する) には主にフロー試験 (フレパクト用) 等があるが一般的でないと考えられる。一般的に示すためにモルタルをビンガム流体と仮定してコンシステンシーに関係があると考えられるビンガム粘度 (μ_B) を求めた。Krieger, 及び Maron による細管法での粘性測定法を本実験では使用した。Krieger, Maron によると

$$g(\tau_w) = \tau_w (\alpha_a + \frac{d\alpha_a}{4d \log \tau_w}) \quad \text{--- ①}$$

$g(\tau_w)$: 変形速度 τ_w : 壁面せん断応力 α_a : 見掛け流動度 ($\alpha_a = 4\mu_a/R\tau_w$) μ_a : 管内流速
①式右辺の2項は非Newton流体であるために付加工いた項でNewton流体で α_a は定数であるからこの項は0となる。ビンガム流体の流動特性上より

$$Q/\pi R^3 = [1/4 - \tau_y/\tau_w + (\tau_y/\tau_w)^4/12] \cdot (\tau_w/\mu_B) \quad \text{--- ②}$$

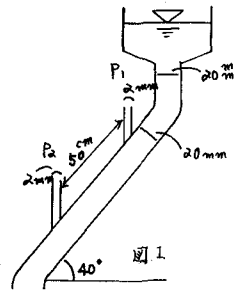
②式に管内の定常流れと $\tau_y \ll \tau_w$ を考え整理すると下記の式が得られる。

$$\Delta P = 8\ell\mu_B Q/\pi R^4 + 8\ell\tau_y/3R \quad \text{--- ③}$$

然るに実験から圧力降下 (ΔP), 流量 (Q), 管径 (R), 長さ (ℓ) よりビンガム粘度 μ_B と降伏値 τ_y が求まる。

2 実験装置

図1に示すように圧力計と圧力降下を測定するための傾きをつけて水頭差を測定した。使用材料は管径20mmのエスロパイプと管径2mmのガウス管を用い、同様の傾きの異なったエスロパイプ (No1 44°, No2 40°, No3 35°, No4 23°, No5 13°) を用い圧力水頭及び流量の変化とを測定できるようにした。No1~No5のエスロパイプは同質、同内径でガウス管も同様である。流量測定は表面の



モルタル面を一定にし管内を端ばいにしてながらパイプの出口より流出されるモルタルを一定時間、容器に受け取りモルタルの単位容積重量と所要時間とから求める。実験中の温度は $17 \pm 4^\circ\text{C}$ である。

モルタルの使用材料は下記の通りである。

セメント: 普通ポルトランドセメント

フライアッシュ

細骨材: 玉川産のもので物理試験の結果を右記に示す。

比 重	単位 重量 (g/cm ³)	吸水 率 (%)	粗粒 率	ふるい通過率 (%)			
				0.15mm	0.3mm	0.6mm	1.2mm
2.63	1.65	12.5	2.62	99.4	89.4	87.4	0

配合に用いては、W/C+F 39.3%, S/C+F 0.7 F/C+F 10% これは C:セメントの量

F: フライアッシュ S: 細骨材の量 W: 水の量 練り混ぜはウニカム型コンクリートミキサー (M I C I O 9 型) を使用 (練り混ぜ時間10分にした)。

3 結果と考察

実験で得られた結果を表1に示す。(紙面都合上一部を除く) フロー値 (F_a) について考えると、

同じ傾きの管においても F_a が異なる。モルタルの性状を調べるのには同一の F_a でなくてはならない。表1でみると同一の F_a はほとんどない。そこで本実験では3つの範囲にわけた。その範囲では近似的に同一粘性と仮定し、ビンガム粘度を推察した。

図2に $g(\tau_w) \sim \tau_w$ の関係を示す。この図よりモルタルはビンガム流体に属していることが理解される。 F_a 31.6 ~ 34.3 では塑性流体に近しいと言える。次に流量と圧力降下の関係を図3に示し、それから M_0 , τ_y を求めた。ビンガム流体の輸送する際の管内流動の圧力損失は、ニュートン流体の Darcy-Weisbach の式と類似した式(こゝでは省略)で f_0 (摩擦係数) と Re_b (レイノルズ数) を計算した。それを表1に示してある。この計算値から、 f_0 では同範囲内で同勾配

試 番号	F_a sec	Q cm ³ /sec	U_a cm/sec	τ_w g/cm ²	Q_a cm ³ /sec	f_0	Re_b
No.1	20.65	120.3	38.3	0.9816	155.3	2.959	12.3
○	27.55	135.5	42.1	0.9932	173.7	2.167	13.8
No.2	29.0	119.7	38.1	0.8294	183.9	2.645	12.5
○	28.45	128.4	40.9	0.8822	185.4	2.399	13.8
○	27.55	121.8	38.8	0.9074	170.9	2.655	12.5
No.3	28.4	108.6	34.6	0.8494	162.9	3.154	10.2
△	29.8	97.4	31.0	0.8772	142.3	4.014	8.1
△	29.3	94.6	30.1	0.8868	135.9	4.207	7.4
No.4	27.15	78.4	23.1	0.5339	171.1	5.365	6.1
○	28.3	71.2	22.7	0.5649	159.1	5.656	5.7
○	27.6	80.4	25.6	0.5873	173.8	4.637	7.0
△	31.0	65.4	20.8	0.4407	130.0	7.213	4.4
△	29.9	68.3	21.8	0.7028	123.7	7.027	4.5
No.5	30.1	54.4	16.4	0.3292	207.3	10.708	2.8
○	27.2	56.2	17.3	0.3810	181.0	8.553	2.6

表-1

の f_0 はほとんど一致している。 $f_0 - Re_b$ 関係に図1でも No.1 ~ No.5 に行くにつれて f_0 が大きく、 Re_b が小さくなっていくことがわかる。このことは $f_0 - Re_b$ の関係が正しい結果であることが理解される。

以上の結果を考察すると、一般にモルタルがビンガム流体として扱われているが本実験では $F_a = 32$ 秒後により塑性流体に近づいていることがわかる。しかし本実験の装置では湿度、実験時周囲の温度(実験中の温度)が一定条件で保持することが困難であることと、砂の粒度が一律にあることの困難等で測定値に誤差が含まれていると考えられるので、 τ_y , M_0 , f_0 , Re_b に図1で誤差が考えられる。これらの計算値について検討中である。また今後の課題としては、時間経過と共に特性値がどのように変化していくか、流動特性値が骨材中で流れるモルタルにどのような影響を与えるかである。最後に本実験にあたって万々位"戴"った秋田大学工不工学科、田口敬、山森三直成、両君に心から感謝いたします。

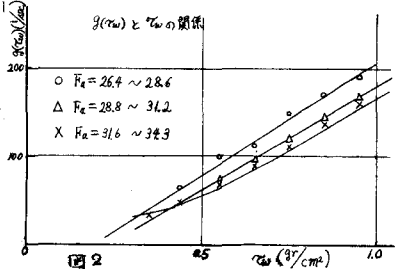


図2

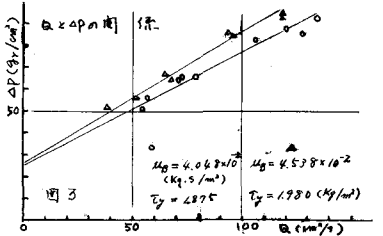


図3

参考文献

- 面村新蔵, 木山英郎, 阪田憲次: fresh Paste 並びにモルタルの粘性の性質に関する基礎研究
田田清, 水口裕之: fresh-mortal のレオロジー定数に関する一実験
村田二郎, 菊川浩治: 試作コクリート用回転粘度計について
以上は26回年次講演会集
- 梶井紀朗, 泉沢修郎, 太田春, 古賀和敏: 寸法上の碎石を用いた Prepacked concrete についての実験的研究
(25回年次講演会集)
- 伊藤二郎: 非Newton流体の流動
化学工学第24巻第4号(1960)
- 富田幸雄: 非Newton流体の流動と非Newton流動の工学的取扱
- (日本機械学会誌第66巻, 1963)
- (" 第63巻, 1960)
- 崎美穂: スラリの流動と熱伝達
日本機械学会誌第72巻, 1969
- 新見孝男, 武川龍之助
プレバクトコクリート工法
工不工ブライー(16) 山海堂