

# V-267 フレッシュコンクリートの物性測定に関する実験的検討

○ 立命館大学大学院 学生員 岸本 敏  
 明石工業高等専門学校 正会員 角田 忍  
 立 命 館 大 学 正会員 明石外世樹

1. まえがき 近年、コンクリート施工の合理化を進めるうえで、高度なフレッシュコンクリートの物性値測定技術が要求されている。本実験は、回転翼型粘度計を用いフレッシュペースト、モルタル及びコンクリートの測定を行い流動曲線のヒステリシスループよりその形状とせん断履歴について検討するとともに下降曲線より得られたレオロジー量の信頼性についても検討を行った。また、同時に球引き上げ型粘度計によっても測定し比較検討した。

2. 実験概要 実験に用いた使用材料を表1に示す。モルタルは細骨材1、コンクリートは細骨材2を使用した。配合は、W/C=45%, 50%, 55%のペースト（配合番号 1, 2, 3）W/C=50%一定としS/C=1.5, 2.1, 2.7のモルタル（配合番号 4, 5, 6）及びW/C=50%, s/a=48%一定とし単位水量 $W=214\text{kg/m}^3, 216\text{kg/m}^3, 224\text{kg/m}^3$ のコンクリート（配合番号 7, 8, 9）とした。図1に実験に用いた回転翼型粘度計を示す。この装置は、羽根を回転させた時に羽根の受けるトルクTと回転数Nよりビンガム流体（ $T = g + h \cdot N$ ）の係数gとhを求めるものである。測定は、12 r.p.m. ~ 84 r.p.m. の間で5段階に分け連続して上昇・下降曲線の測定を行った。1サイクルの測定に要する時間は約5分である。トルクは、10秒間の平均を表示する回路を用いた。羽根は、ペースト、モルタル用（図2）とコンクリート用（図3）を用いた。球引き上げ型粘度計は、球の引き上げ速度を0.42 mm/s ~ 7.6 mm/s の間で4段階に上昇・下降させ1サイクルの測定を行った。なお、測定に要する時間は約2分である。測定値は、アンスレーの理論式を用い計算したものである。

3. 実験結果及び考察 回転翼型粘度計より得られた流動曲線を図4~7に示す。図4に示すペースト(W/C=45%)の流動曲線は、トルク計の読み

表1 使用材料

|      |                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| セメント | 普通ポルトランドセメント 比重 3.15                                                                                   |
| 細骨材1 | 豊浦標準砂 相馬標準砂の混合砂<br>比重 2.60 吸水率 0.61<br>重量比 相馬 (590 ~ 840 $\mu$ ) : 相馬 (840 ~ 1190 $\mu$ ) : 豊浦 = 1:1:1 |
| 細骨材2 | 野洲川産砂 比重 2.60 吸水率 1.15 FM 2.60                                                                         |
| 粗骨材  | 高槻産輝石砕石 比重 2.69 吸水率 0.76 FM 6.61<br>最大骨材寸法 20mm<br>重量比 20 ~ 10mm : 10 ~ 5mm = 6:4                      |

取り測定限界が 0.01N・m であるため安定した測定値を得ることはできなかった。しかし、図5に示すモルタル(s/c=1.5)と図6に示すモルタル(s/c=2.7)ではヒステリシスループの形状が明らかに異なっている。これは後者が

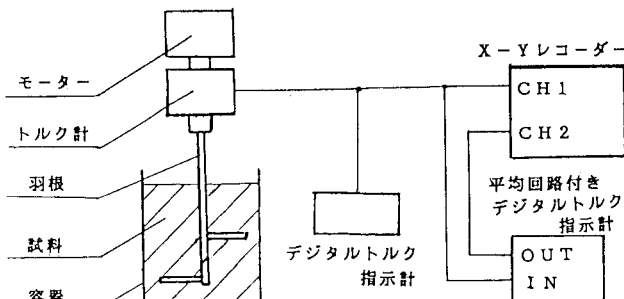


図1 実験装置

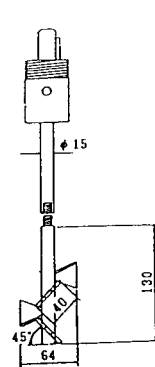


図2 PM2

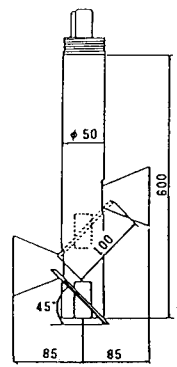


図3 Mk2

前者より水量とセメント量が少なく、したがって水和反応及び細粒分による凝集力が小さく、せん断による構造破壊が再成するのに時間を要することを表している。また、図7に示すコンクリート( $W=224\text{kg/m}^3$ )については、他の配合においても同型のヒステリシスループを得た。このように、物性値の評価はせん断履歴を考慮する必要があることは明かである。次に、球引き上げ型粘度計より得られたペースト( $W/C=55\%$ )の流動曲線を図8に示す。これは、容器底面より球速を4段階に上昇・下降させたもので、せん断履歴は容器に試料が静置されてから一度だけとしている。したがって、この形状には材料分離の影響が含まれると考えられる。以上の結果から物性値測定においては流動曲線は重要であり、また、せん断履歴を明示することも必要である。図9は、回転翼型粘度計より得られたコンクリートの流動曲線の下降曲線を表したものである。これを直線とみなした場合の相関係数はコンクリートで0.990以上、モルタルで0.940以上あり（表2）、コンクリートをビンガム体と仮定して扱ってもよいと考えられる。また、配合の違いを明示している。次に、 $g$ と $h$ の誤差は自由度（ $n-2$ ）の $t$ 分布に従うとして $g$ と $h$ の90%信頼限界を計算した結果を表2に示す。このようにコンクリートについては十分信頼できる評価が得られると考えられる。

参考文献：<sup>1)</sup>土木学会編「フレッシュコンクリートの物性値測定についてのガイドライン」 土木学会、昭和61年 3月

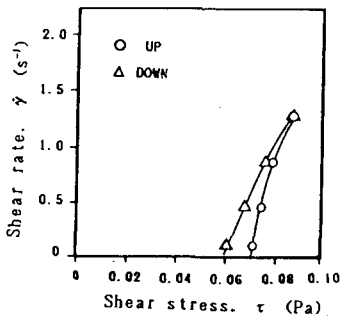


図8 ペースト( $W/C=55\%$ )の流動曲線  
(球引き上げ型粘度計)

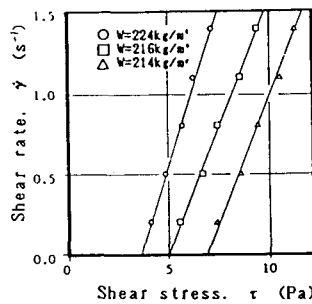


図9 コンクリートの流動曲線  
(回転翼型粘度計)

表2  $g$ と $h$ の90%信頼限界

| 配合 No. | 相関係数 $r$ | 傾き $h$  | $h$ の90%信頼限界 | 切片 $g$  | $g$ の90%信頼限界 |
|--------|----------|---------|--------------|---------|--------------|
| 1      | 0.964    | 0.0164  | 35.7%        | 0.0111  | 36.1%        |
| 2      | 0.894    | 0.0065  | 67.8%        | 0.0011  | 366.3%       |
| 3      | *, ***   | *, **** | *, **        | *, **** | **, *        |
| 4      | 0.944    | 0.0174  | 39.5%        | 0.0272  | 23.3%        |
| 5      | 0.992    | 0.0490  | 13.2%        | 0.1030  | 6.1%         |
| 6      | 0.984    | 0.0820  | 24.7%        | 0.3210  | 5.6%         |
| 7      | 0.996    | 3.78    | 12.1%        | 6.56    | 6.4%         |
| 8      | 0.993    | 2.98    | 15.3%        | 5.78    | 7.0%         |
| 9      | 0.997    | 2.42    | 11.2%        | 3.86    | 6.3%         |

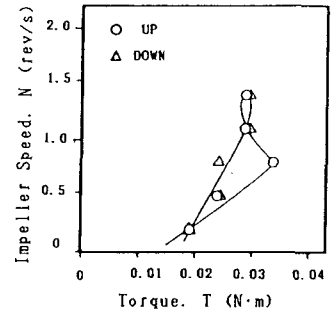


図4 ペースト( $W/C=45\%$ )の流動曲線  
(回転翼型粘度計)

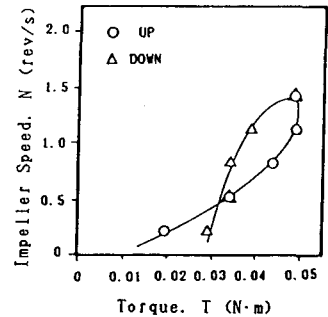


図5 モルタル( $S/C=1.5$ )の流動曲線  
(回転翼型粘度計)

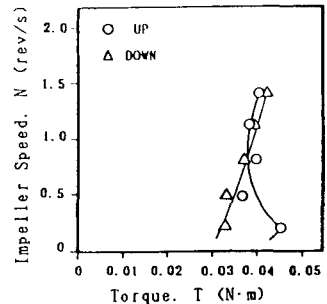


図6 モルタル( $S/C=2.7$ )の流動曲線

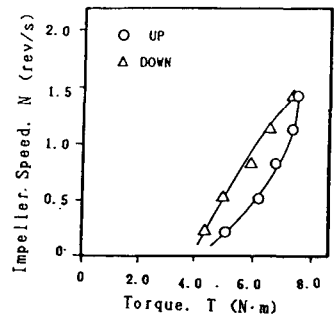


図7 コンクリート( $W=224\text{kg/m}^3$ )の流動曲線  
(回転翼型粘度計)