

フレッシュコンクリートのレオロジー定数測定法に関する研究

名城大学 正会員 菊川浩治

1. まえがき

フレッシュコンクリートのレオロジー定数の測定法としては、平行板プラストメータや回転粘度計を用いる方法が有力である。平行板プラストメータは硬練りのコンクリートに適しており、回転粘度計は軟練りのコンクリートに適している。

本文は軟練りのコンクリートを扱ったもので二重円筒型回転粘度計を用いてフレッシュコンクリートのレオロジー定数の測定法と測定値の活用について論じたものである。二重円筒型回転粘度計を用いてフレッシュコンクリートのレオロジー定数を測定する場合、コンクリートに用いる粗骨材の径が大きいので、使用する容器は大型で試料の流動層がなくなるようにしなければならない。したがって、内円筒径も相当に大きいものを用いる必要がある。ここでは、回転粘度計の内円筒（ロータ）半径の大きさを数段階に選り、試料の実際の流動幅を求めてフレッシュコンクリートのレオロジー定数測定用に適した粘度計の規模を決定すると同時にレオロジー定数測定法の確立を目指した。また、得られたレオロジー定数の特性およびその利用についても若干検討を加えたものである。

2. 使用材料およびコンクリートの配合。 実験に用いた材料は普通ポルトランドセメント、比重 3.16、天然の細骨材、比重 2.58、天然の粗骨材、比重 2.60 である。なお、保水性減水剤として NL 1850 をセメント重量の 0.25% 用いた。この実験に用いたコンクリートの配合を表 1 に示す。

表 1 コンクリートの配合

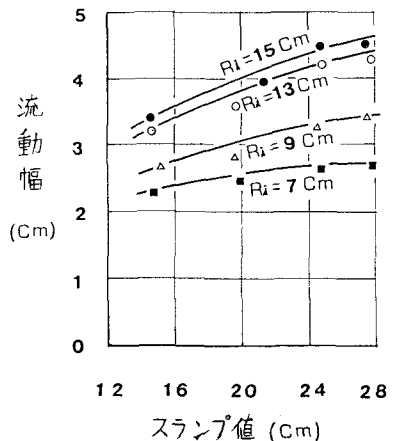
種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/A (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
a	15	27~28	15~2	55	4.4	287	522	626	796
b	15	24~25	15~2	55	4.4	252	459	689	876
c	15	19~20	15~2	55	4.4	225	410	737	939
d	15	14~15	15~2	55	4.4	210	382	765	973

3. 回転粘度計の諸元。 実験に用いた回転粘度計は内円筒回転型で内円筒の半径は 7, 9, 11, 13 および 15 cm、外円筒の半径は 12, 14, 16, 18 および 20 cm、内円筒の長さはそれぞれ 12, 15, 18, 21 および 24 cm である。

4. 試料の流速分布および流動幅。 試料の流速分布を調べるために試料上面に発泡スチロール粉末を散布して標点とし、8 ミリカメラによってその流動状態を撮影し、メモーションによってその結果を再現して試料上面各点の流速を求めた。測定の結果、各点を結んだ流速分布を 2 次曲線に近似させ、横軸との交点を得て、ロータ壁面からこの点までの距離を求め試料の流動幅とした。

試料の流動層（流動幅）は、用いる骨材径の 2~3 倍は必要であるから、コンクリートの場合、粗骨材最大寸法 15 mm ~ 20 mm を用いるとすれば、流動幅は 3~6 cm が必要となる。そこで本実験では 3 に記した回転粘度計を用いて実測した結果、図 1 のように

図 1 コンクリートのコンシステンシーと試料の流動幅。
粗骨材最大寸法 15 mm, W/C=55%, S/A=44%。



なった。この図からロータ半径と試料のコンシステンシーにより流動幅を予測できる。図1からフレッシュコンクリートのレオロジー定数測定用としてロータ半径を13cmあるいは15cmにとれば試料の流動幅は十分広くなり上記の条件が満足される。

5 ロータ寸法とレオロジー定数 回転粘度計で得られたレオロジー定数を物理量として活用するためには、ロータ寸法に影響されない普遍的なものでなければならない。そこで、ロータ寸法を7, 9, 13および15cmに選り表1に示す配合のコンクリートについて実験し、レオロジー定数を求めて図2に示した。図2には表1の配合のうちa, bおよびcの例を記した。その結果、降伏値についてはロータ半径7cmの場合やや小さいけれども、全体的に他のロータ寸法を用いて得られた測定値との差は認められなかった。一方、塑性粘度についてもロータ半径7cmおよび9cmについては大型のロータ半径13cmおよび15cmにくらべてやや小さい値が得られているけれども大差は認められなかった。

特に大型のロータ半径13cmと15cm相互間の測定値はほとんど同じ値であり、試料の有効な流動幅と併せ考えればロータ半径13cmあるいは15cmを用いれば、レオロジー定数を物理量として測定できるものと思われる。

6. コンシステンシーとレオロジー定数 レオロジー定数を物理量として用いることができれば、たとえばコンクリートの施工の合理化に役立てることができると思われるけれども、レオロジー定数の測定法はどの試験方法を用いても可成り煩雑であり現場での実用性に乏しい。したがって、得られたレオロジー定数と在来の試験値、たとえばスランプ値との対比によってその関連性を把握しておくことも重要である。図3はスランプ値と回転粘度計を用いて得られたレオロジー定数との関係を示したものであって、降伏値はスランプ値の関数で表わされ得ることを示している。一方、塑性粘度もスランプ値の関数として大略表示できるかのように図示されているが、塑性粘度はその物性上からスランプ値の関数として扱うのは適当でなく、図3に示した傾向は主として体積濃度による影響が表われているものと解釈すべきであろう。

7 まとめ 実験の結果、ロータ半径13cmあるいは15cm程度の比較的大型の回転粘度計を用いて試料の流動幅を十分広くとれるようにすれば、フレッシュコンクリートのレオロジー定数の測定値を物理量として利用することが可能であろうと思われる。また、降伏値については在来の試験値たとえばスランプ値の関数として表わすことができるものと思われる。

参考文献 1) 菊川浩治：回転粘度計によるフレッシュコンクリートのレオロジー定数の測定。土木学会第38回年次学術講演会講演概要集第5部pp177~178, 昭和58年9月。

図2 レオロジー定数におよぼすロータ半径の影響
粗骨材最大寸法 15mm, $w/c=55\%$, $S_a=44\%$

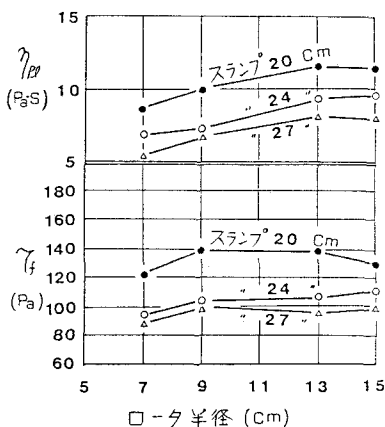


図3 コンクリートのコンシステンシーとレオロジー定数
粗骨材最大寸法 15mm, $w/c=55\%$, $S_a=44\%$

