

砕石微粉混入による流動化効果の改善に関する研究

九州大学 正 員 松下 博通

九州大学 学生員 河野 泰義

九州大学 学生員 石橋 哲夫

1. まえがき

筆者らは、モルタルにおいて0.15mm以下の微粉を混入することにより、流動化効果が改善されることを既に報告した。そこで、本研究では、0.15mm以下の砕石微粉を混入した流動化コンクリートのスランプ試験を行い、最大減水率や最低添加量等の改善に及ぼす微粉の影響について検討した。

2. 実験概要

(i) 使用材料：セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.17, ブレーン3200 cm^3/g ）を、細骨材はF.M. 2.55 の海砂を、粗骨材は最大寸法40mmの久山産角閃岩砕石を、微粉は図-1に示す粒度の久山産角閃岩の砕石微粉（ブレーン2140 cm^3/g ）を使用した。混和剤はベースコンクリートにはAE減水剤としてリグニンスルホン酸塩系のものを、流動化剤はナフタリンスルホン酸塩系のものを使用した。

(ii) コンクリートの配合および試験方法：コンクリートの配合は単位セメント量Cを200, 240 および280 kg/m^3 の3通りとし、砕石微粉量Dは単位セメント量Cに対する容積比D/Cで、0, 0.2および0.4の3通りとし、細骨材と置換して混入した。コンクリートの練り混ぜは可傾式ミキサで行い、全材料投入後3分間練り混ぜた後にベースコンクリートのスランプ試験を行った。その後、ベースコンクリートを20分間ミキサ内に静置したのち、流動化剤を添加して2分間再び練り混ぜ、スランプ試験を行った。なお、コンクリートの分離の判定は目視で行った。

3. 実験結果および考察

(i) 流動化剤添加量とスランプの関係：図-2に流動化剤添加量（以後添加量と呼ぶ）とスランプの関係を示す。いずれのコンクリートにおいても、スランプの増大量がほとんど期待できない領域、添加量に比例してスランプが増大する領域、コンクリートが分離する領域の3つの領域がみられる。そこで、本研究では主に2番目の領域（以下、直線領域と呼ぶ）に着目して、流動化効果に及ぼす砕石微粉の影響について検討

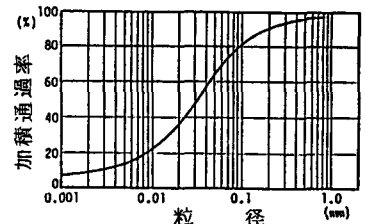


図-1 砕石微粉の粒度曲線

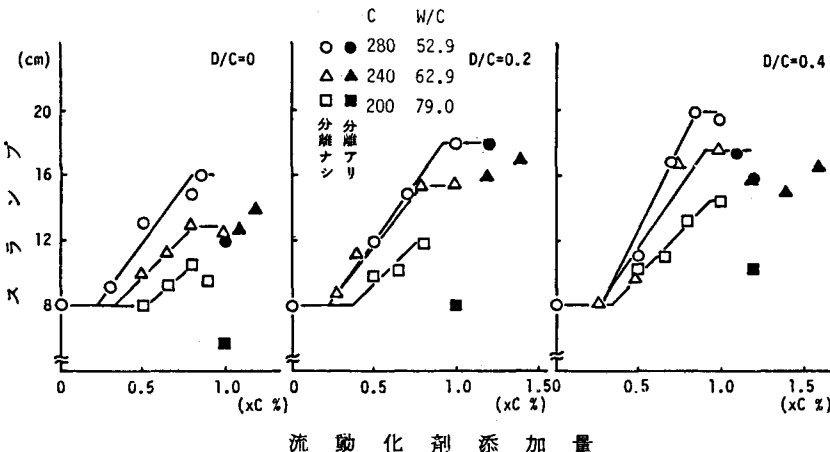


図-2 流動化剤添加量とスランプの関係

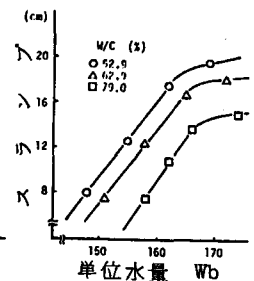


図-3 単位水量とスランプの関係

する。なお、以後の材料諸量は単位量のことである。

(ii) 最大減水率：最大可能スランブ（直線領域におけるスランブの最大値）と同一のスランブをとるベースコンクリートの水量を図-3から求め、最大減水率を指標として検討する。ここで、最大減水率 ΔW_{max} は式(1)から算出した。

$$\Delta W_{max} (\%) = (W_b - W_f) / W_b \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 W_b :ベースコンクリートの単位水量、 W_f :流動化コンクリートの単位水量

図-4に、セメント量 C 、碎石微粉量 D と最大減水率 ΔW_{max} の関係を示す。これより、最大減水率 ΔW_{max} はセメント量 C のみならず、碎石微粉量 D が多い程大きくなっており、微粉混入は流動化の改善に効果があることがわかる。そこで、最大減水率 ΔW_{max} とセメント量 C および碎石微粉量 D の関係を求めると、式-(2)のようになる。

$$\Delta W_{max} (\%) = 0.0694 \cdot C + 0.0542 \cdot D - 12.1 \dots \dots \dots (2) \quad \text{寄与率:0.972}$$

(iii) 添加量に対するスランブ増加率：直線領域における添加量に対するスランブ増加の傾きについて、スランブ増加量を図-3を用いて減水率 ΔW に換算することにより、 $\Delta W / \Delta SP$ (ΔSP : 添加量)として検討する。図-5に、 $\Delta W / \Delta SP$ とセメント量 C 及び碎石微粉量 D との関係を示す。 $\Delta W / \Delta SP$ は最大減水率と同様、セメント量 C のみならず碎石微粉量 D が多い程大きくなっており、ここでも微粉の効果認められる。そこで、 $\Delta W / \Delta SP$ とセメント量 C 及び碎石微粉量 D の関係を求めると、式-(3)のようになる。

$$\Delta W / \Delta SP = 0.0730 \cdot C + 0.0564 \cdot D - 8.44 \dots \dots \dots (3) \quad \text{寄与率:0.927}$$

式-(2)、式-(3)のセメント量 C と碎石微粉量 D の係数の比、 D の係数/ C の係数を求めると、式-(2)では0.78、式-(3)では0.77となる。このことより、流動化コンクリートにおいて、碎石微粉の流動化効果に及ぼす影響はセメントの0.78倍程度と考えられ、碎石微粉混入時の流動化効果はセメント量 C に碎石微粉量 D の0.78倍を加算した換算セメント量 $C' = (C + 0.78D)$ の効果としてあらわされると推察される。

(iv) 最低添加量：図-2にみられるようにセメント量 C が200 Kg/m^3 の場合、最低添加量 T （直線領域が始まる添加量）は他に比べて大きくなっているが、碎石微粉量 D が増す程その差は小さくなっている。そこで、最低添加量 T の換算単位セメント量 C' に対する重量比 T' （%）と換算単位セメント量 C' の関係を図-6に示す。これより、換算単位セメント量 C' が250 Kg/m^3 程度以下になると、急激に最低添加量 T' が増大している。従って、良好な流動化コンクリートを得るための最低の単位微粉量（セメントと碎石微粉を合計した量）が存在し、250 Kg/m^3 程度と考えられる。また、この最低単位微粉量の値は、碎石微粉を混入しない流動化コンクリートにおいて求められた260 Kg/m^3 という値にかなり近いものとなっている。このことより、碎石微粉を混入したコンクリートの流動化を考える場合、換算単位セメント量 C' を用いることは十分に妥当であることが認められる。

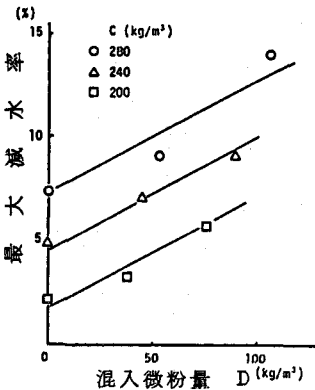


図-4 混入微粉量と最大減水率の関係

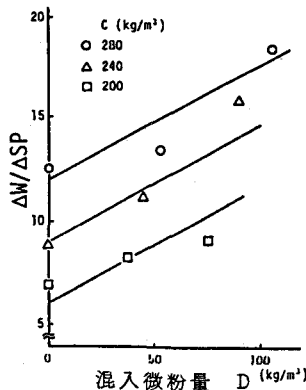


図-5 混入微粉量と $\Delta W / \Delta SP$ の関係

参考文献

松下ら、「流動コンクリートの特性例に及ぼす単位セメント量の影響」(1983) 材料別第32巻第353号 PP. 154~160

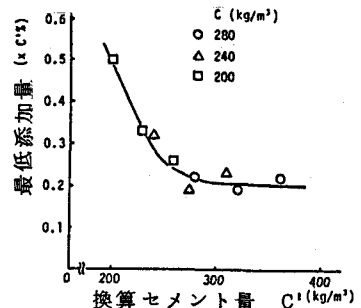


図-6 換算セメント量と最低添加量の関係