

1. はじめに

本研究では、繊維補強コンクリート(FRC)の配合設計法の確立を目的に、コンクリートの配合設計法の一つである余剰ペースト理論¹⁾の FRC への適用性を検討した。

2. 余剰ペースト理論

余剰ペースト理論¹⁾では、コンクリートの流動性は余剰ペーストにより付与されると定義される。これまでに松下らは、余剰ペースト膜厚 δ と骨材の平均粒径 d の比であるペースト膜厚粒径比 δ/d を指標とすることで、流動性を評価できることを指摘している²⁾。また、三宅らによれば、ペースト膜厚粒径比と骨材の実積率 G の関係は次式のように示される³⁾。

$$\frac{\delta}{d} = \frac{G - G_a}{6 \cdot G_a} \quad (1)$$

ここに、 G_a はコンクリート体積中に占める細骨材・粗骨材の比率(%)である。式(1)は、細骨材・粗骨材混合物の実積率 G を変数とする1次関数であり、実積率が最大となるときペースト膜厚粒径比は最大となる。

本研究では、繊維を骨材の一部とみなし、式(1)より得られるペースト膜厚粒径比とFRCの流動性の関係について検討した。

3. 実験概要

3. 1 配合

配合は、水粉対比(W/B)を40%で統一し、セメント重量の30%をフライアッシュII種で置換した。繊維には、

繊維径660 μ m、繊維長30mmのポリビニルアルコール繊維(以下、PVA繊維)を使用した。繊維混入率の違いが実積率およびスランプに及ぼす影響を把握するため、繊維混入率を0.5、1.0、1.5vol%の3水準とした。また、ペースト量の違いによる影響を把握するため、単位水量を180、200、220kg/m³の3水準とした。細骨材率は、30~80%の範囲で変化させた。

3. 2 実積率試験

実積率試験は、繊維・細骨材・粗骨材混合物(以下、混合物)を対象として、ジッキング法により行った。試料は絶乾状態とし、それぞれの試料を均一に混ぜた混合物を用いた。混合物の実積率は、式(2)により計算した。

$$G = \frac{100 \cdot W_j \cdot (\rho_f \rho_g W_s + \rho_f \rho_s W_g + \rho_s \rho_g W_f)}{V_j \cdot \rho_s \rho_g \rho_f (W_s + W_g + W_f)} \quad (2)$$

ここに、 G は混合物の実積率(%), W_j は試験容器内の試料の重量(g), V_j は試験容器の体積(cm³)であり、 ρ_s , ρ_g および ρ_f は、それぞれ細骨材、粗骨材およびPVA繊維の乾燥密度(g/cm³)である。

4. 実験結果

図-1 に混合物の実積率試験の結果を示す。いずれの単位水量においても、繊維混入率が増加することで、実積率は小さくなる傾向が認められた。また繊維混入率の増加に伴い、最大実積率を得た細骨材率も大きくなる傾向にある。これらは、骨材の充填が繊維により阻害されたためであると考えられる。特に、繊維混入率の増加に伴い、

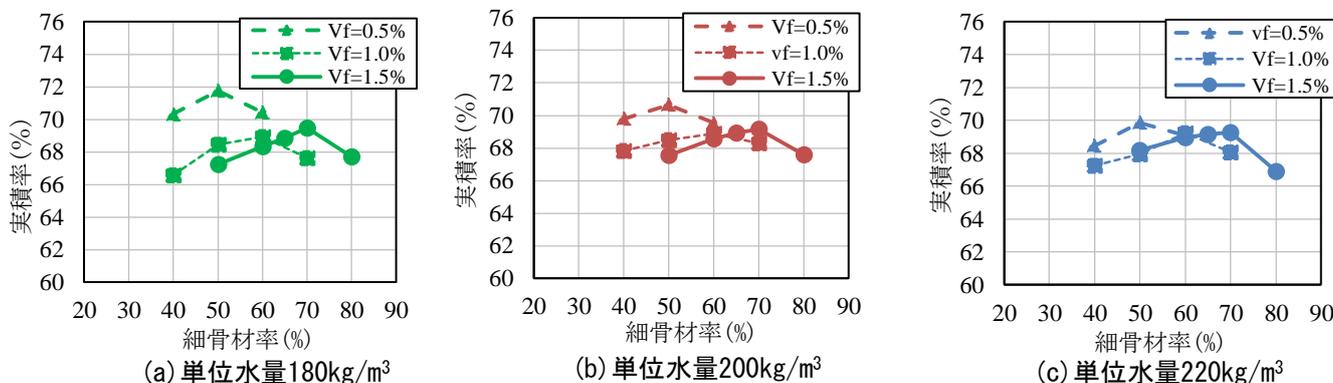


図1 実積率試験結果

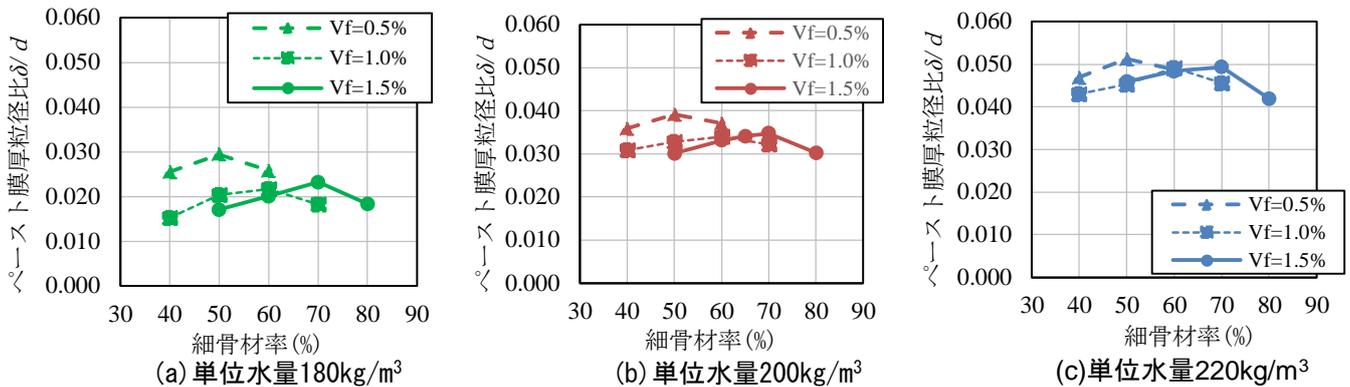


図2 ペースト膜厚粒径比と細骨材率関係

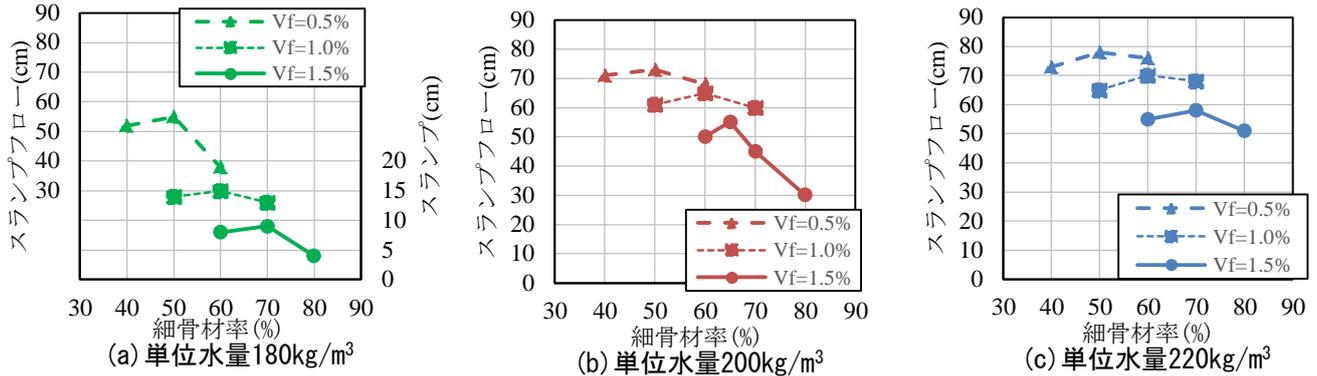


図3 スランプ、スランプフロー試験結果

粗骨材による充填が困難となるため、細骨材を多く要したものと推察する。

次に、本結果を用いて、式(1)からペースト膜厚粒径比を求めた。図-2 に各単位水量における細骨材率とペースト膜厚粒径比 δ/d の関係を示す。図より、単位水量が増加すると、ペースト膜厚粒径比が大きくなる傾向にあった。これは、本研究では W/B を一定としていることから、ペースト量が増加したためである。

以上の結果に基づいて、スランプ試験を実施した。スランプ試験は、最大実積率を得る細骨材率とその前後10%の範囲の細骨材率で実施した。

図-3 に各単位水量におけるスランプ試験の結果を示す。なお、単位水量 180kg/m³ で、繊維混入率 1.0%と 1.5% のケースではスランプとなり、その他のケースではスランプフローとなった。本結果を図-2 と併せてみると、単位水量 180kg/m³ と 220kg/m³ の場合では、いずれの繊維混入率においても、ペースト膜厚粒径比が最大となる細骨材率で流動性が最大となっていることが確認できる。また、同様に、単位水量 200kg/m³ の場合は、繊維混入率 0.5, 1.0%のケースにおいてペースト膜厚粒径比が最大となる細骨材率で流動性が最大となった。繊維混入率 1.5%のケースでも、ペースト膜厚粒径比が最大となる細骨材率近傍で流動性が最大となっている。このように、

いずれの場合においても、ペースト膜厚粒径比の最大値近傍で FRC の流動性が最大となることが確認できる。

したがって、太径繊維を用いた FRC においても、余剰ペースト理論を適用することで、流動性が最大となる最適な細骨材率を求めることが可能であることが示された。

5. 結論

繊維径 660 μ m, 繊維長 30mm の PVA 繊維を用いた FRC に対して、余剰ペースト理論の適用性を検討した結果、ペースト膜厚粒径比が最大となる細骨材率近傍でスランプあるいはスランプフローが最大となった。その結果、太径 PVA 繊維を用いた FRC に対して、余剰ペースト理論を適用可能であることが示された。

参考文献

- 1) Kennedy,C.T. : The Design of Concrete Mixtures , Proceeding of ACI, 36, PP373-400, 1995
- 2) 松下博通, 近田孝夫, 前田悦孝 : コンクリートの配合設計への余剰ペースト理論の適用に関する基礎的研究, 土木学会論文集, Vol. 37, No. 578, pp. 57-70, 1997. 11.
- 3) 三宅淳一, 松下博通 : フレッシュコンクリートの変形性を最大にする細骨材率に関する研究, 土木学会論文集, Vol. 64, No. 2, pp. 361-370, 2008.