

V-12 高硬度ビーズ混和モルタルの振動締固め特性に関する研究

秋田大学大学院 学生員 ○渡辺 友隆
 秋田大学 二瓶 智
 川田建設（株） 正会員 古村 崇

1. はじめに

導水路等の劣化した水利構造物の補修材料としてポリマーセメントモルタルを適用するためには、耐摩耗性の確保や施工性の向上が必要である。既往の研究¹⁾では高硬度ビーズをポリマーセメントモルタルに混和することで高い耐摩耗性能を示すことが明らかとなっている。しかし、耐摩耗性を効果的に確保し、かつ使用材料のコストを低下するためには、モルタル表面付近に高硬度ビーズを配置することが必要である。そこで、本研究では、振動締固めにより高硬度ビーズをモルタル表面付近に集積させることを目的とし、振動締固め時の振動条件が、モルタル中の高硬度ビーズの移動に及ぼす影響について実験的検討を行った。さらに、モルタルの力学的特性についても明らかにしている。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料は早強ポルトランドセメント（密度 3.13g/cm^3 ）、標準砂（JIS R 5201、密度 2.64g/cm^3 ）、SBR 系エマルジョン（密度 1.07g/cm^3 ）、混和剤としてポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤（SP）と消泡剤を用いている。高硬度ビーズ（TB）は水利構造物の補修を想定しているため水分による腐食の可能性が低く、高硬度を有しているものとして、ルチル型酸化チタン 77.7% からなる平均粒径 1.4mm 、密度 4.0g/cm^3 、ビッカース硬度 11.0kN/mm^2 のチタニアビーズを用いた。示方配合を表-1 に示す。

表-1 高硬度ビーズ混和ポリマーセメントモルタルの示方配合

供試体名	W/C (%)	ビーズ混和率 (%)	単位量 (kg/m^3)					SP (kg/m^3)
			W	C	S	TB	SBR	
Plain	39.0	0	259	664	1324	0	99	9.27
TB-5		5	259	664	1258	100	99	9.27
TB-10		10	259	664	1192	201	99	9.27
TB-20		20	259	664	1059	401	99	9.27
TB-30		30	259	664	927	602	99	9.27

2.2 振動締固め条件

供試体の締固めは4種類の条件で行った。標準締固めは JIS R 5201 に準じて行い、振動締固めは時間を 60 秒と一定とし、振動数は 30Hz、50Hz および 100Hz の3種類で行った。

2.3 測定項目と方法

フレッシュ時のモルタルのフローは JIS R 5201 に準じて測定し、空気量を JIS A 1128 に準じて測定した。また、硬化後の圧縮強度、弾性係数およびポアソン比の測定は、 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を用いて材齢 28 日で行っている。モルタル中の切断面におけるビーズ分布の測定は、硬化後の円柱供試体を下方から 6mm ごとで切断していき、切断面に露出したビーズの占有率を計測した。

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ時の物理的性質

各振動数によるビーズ混和率とフローの関係を図-1 に、空気量との関係を図-2 に示す。フローはビーズ無混和（Plain）のときで 255、混和率 30% のとき 265 を示し、混和率の増加にともないフローは若干増加傾向を示した。これは、球形で平滑な表面を有するビーズのベアリング効果などの影響によるものと考えられる。一方、空気量はビーズ混和率 30% において、標準締固めのとき 11.9% であり、100Hz の振動締固めのときは 5.5% を示し、半分程度の空気量となった。

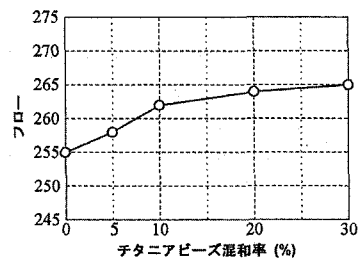


図-1 ビーズ混和率とフローの関係

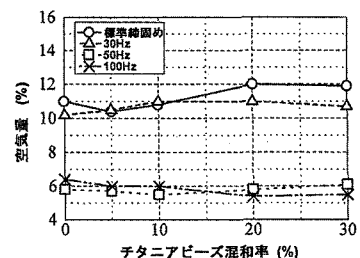


図-2 ビーズ混和率と空気量の関係

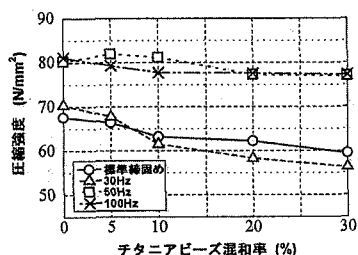


図-3 ビーズ混和率と圧縮強度の関係

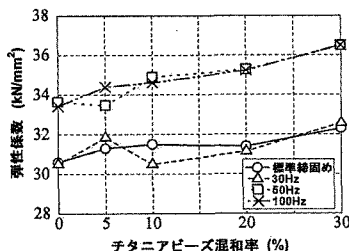


図-4 ビーズ混和率と弾性係数の関係

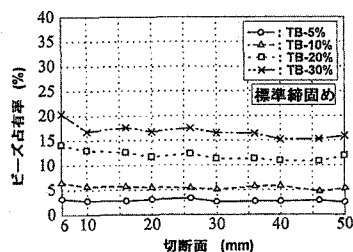


図-5 供試体中のビーズ分布 (標準)

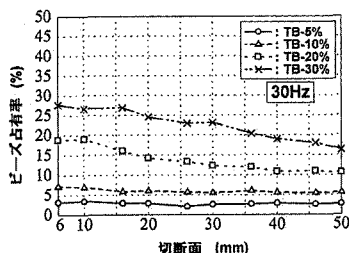


図-6 供試体中のビーズ分布 (30Hz)

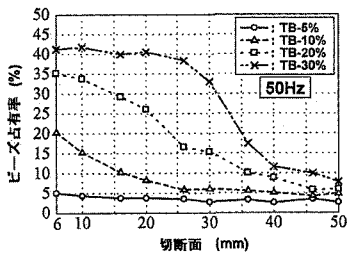


図-7 供試体中のビーズ分布 (50Hz)

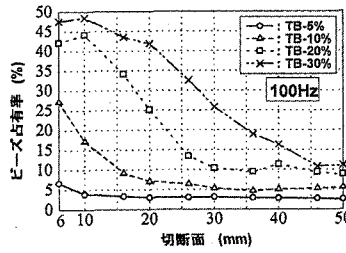


図-8 供試体中のビーズ分布 (100Hz)

3.2 硬化後の力学的性質

各振動数によるビーズ混和率と圧縮強度の関係を図-3 に示し、弾性係数との関係を図-4 に示す。圧縮強度はビーズ混和率の増加に伴って、10～20%程度減少した。これは、ビーズとモルタルとの界面での破壊が顕著であったことが原因と考えられる。一方、振動締固めにより空気量が減少し、圧縮強度は20～30%の増加を示した。弾性係数はビーズ混和率の増加に伴って増加し、ポアソン比は大きな変化は認められなかった。

3.3 硬化後のモルタル中のビーズの配置

各切断面におけるビーズの割合を図-5～図-8 に示す。標準締固めでは、各切断面におけるビーズの占有率に変化は認められない。しかし30 Hz の振動締固めでは、ビーズ混和率20%のとき、底部から6mm の位置では、18%程度の占有率となった。50Hzの振動締固めでは、ビーズ混和率10%のとき、各切断面のビーズ占有率に変化が認められはじめ、底部から6mm 面で20%の占有率となった。ビーズ混和率を30%とすると、底部から6～16mm の範囲でのビーズ占有率は、40%程度で一定となり、50Hzの振動締固めにおいては、占有率の上限値が40%程度であるものと考えられる。一方、ビーズ占有率が15%程度とすることで高強度コンクリートとほぼ同様な耐摩耗性能を確保できることが明らかとなっており、振動数50Hz の場合には、ビーズ混和率を10%程度とすることで、高い耐摩耗性能を確保できるものと考えられる。また、100Hzの振動締固めでは、ビーズ混和率5%、10%、20%、30%のときの切断面におけるビーズ占有率は、6mm 切断面で各々6%、27%、42%、47.5%程度と、いずれも高い占有率を示し、10%程度の混和で高い耐摩耗性能を有したモルタルの製造が可能であるものと考えられる。

4. まとめ

高硬度ビーズ混和ポリマーセメントモルタルは高い流動性を有し、標準締固め条件においては、ビーズ混和率の増加とともに圧縮強度は若干減少するものの、弾性係数は増加を示した。一方、振動締固めを行うと、圧縮強度は20～30%増加し、弾性係数は10%程度の増加を示した。また、50Hz以上の振動締固めにより、供試体中のビーズの沈下が顕著となることが明らかとなった。ビーズ混和率10%のとき、振動数を50Hzとすることによって、供試体底面から6mm の位置でのビーズ占有率は20%程度を示し、高い耐摩耗性能を有する補修材料への適用が可能であるものと考えられる。

参考文献：1) 古村崇、徳重英信、川上洵：高硬度ビーズ混和ポリマーセメントモルタルの耐摩耗特性、セメント・コンクリート論文集、Vol.59、2006、印刷中