

粘土-セメント混合物の強度に与えるファイバー混入の効果について

大阪市立大学工学部 正員 三頼 貞 正員 山田 俊
正員 真嶋 光保 学員 ○梅原 馨

1. まえがき

深層混合処理工法による地盤改良においては、現在、壁状、格子状、ブロック状などの形での部分的改良が一般的であるが、その場合、改良土の曲げ引張性状が問題となり、より高い強度やたわみ性が、経済的かつ安全性の高い設計、施工を生むことになると考えられる。そこで、粘土-セメント混合物の補強策の1つとして、ファイバーを混入することが考えられる。セメントコンクリートでの経験より、粘土-セメント混合物についても、ファイバーを混入することにより何らかの効果があることが予想されよう。

本研究では、セメント量、ファイバー量に関して配合の異なる数種類の供試体を用い、材令7日における曲げ試験結果より、ファイバー混入の効果について検討した。

2. 実験概要

2-1 実験材料 試料となる粘土は、市販のカオリンとベントナイトを3:1の重量比で混合し、水を加えて作成する。含水比は140%とする。添加材として早強ポルトランドセメントを用い、混合物に混入するファイバーは、グラスファイバー、カーボンファイバーの2種類を使用する。グラスファイバーは比重2.548、長さ12mm(平均)、カーボンファイバーは比重1.9、長さ10mm(平均)である。

表-1 粘土のコンシステンシー

	液性限界	塑性限界	塑性指数
カオリン	54%	29%	25%
ベントナイト	305%	88%	217%
混合粘土	94%	24%	70%

2-2 供試体の作製 試料粘土を作成した後、表-2の配合に従ってセメントとファイバーを計量し、粘土にセメントを加え5分間手練りし、ファイバーを加えさらに2分間手練りで十分に混合する。その後直ちに、曲げ試験用に40×40×

表-2 供試体の配合

	セメント添加率 ^{*1}			ファイバー混入率 ^{*2}			ファイバー種	
タイプ	1	2	3	i	ii	iii	G	C
	10%	20%	30%	0%	0.5%	1.0%	グラス ファイバー	カーボン ファイバー

*1: 粘土乾燥重量に対する百分率

*2: 混合物の体積

160mmの直方体型枠に充てんし、2日間密封した後、整形し脱型、20℃恒温室内で水中養生を開始する。

2-3 曲げ試験 材令7日において、スパン長12cm、中央1点載荷で、変位速度を制御して行なう。変位速度は $1.00 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ とする。

3. 実験結果および考察

ファイバー混入率と曲げ強度の関係を図-1、セメント添加率と曲げ強度の関係を図-2に示す。これらの図によると、ファイバー混入率の増加とともに曲げ強度も増大し、セメント添加率が高いほど曲げ強度の増加率も大きくなっているのがわかる。また、セメント添加率が増すと、同一ファイバー量における曲げ強度も増大している。

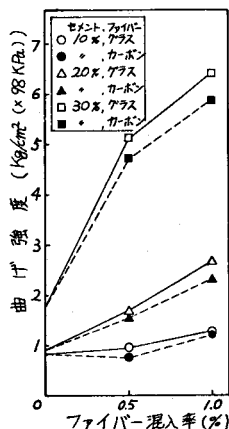


図-1 ファイバー混入率と曲げ強度の関係

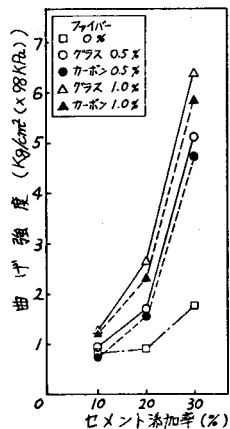


図-2 セメント添加率と曲げ強度の関係

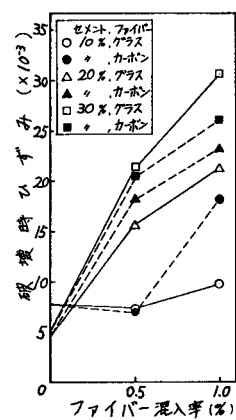


図-3 ファイバー混入率と破壊時ひずみの関係

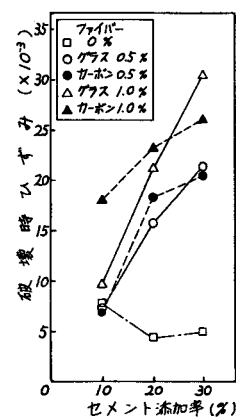


図-4 セメント添加率と破壊時ひずみの関係

次にたわみ性に注目し、ファイバー混入率と破壊時ひずみの関係を図-3、セメント添加率と破壊時ひずみの関係を図-4に示す。これらの図によると、ファイバーの効果として、曲げ強度のみならず、たわみ性が大きく向上することがわかる。

ただし、セメント量10%、ファイバー量0.5%のものには、ファイバーの効果は現われていないといえる。

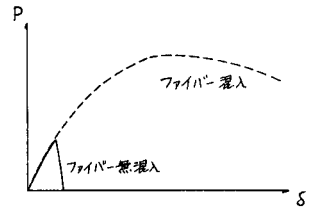


図-5 P-δ 曲線

また、代表的なP-δ曲線を示した図-5によると、ファイバーを混入することにより、破壊に対する抵抗性が著しく向上することがわかる。

図-6には、曲げ強度と破壊時ひずみの関係を示すが、この図からは、セメントとファイバーの相乗的な効果により、曲げ強度とともに破壊時ひずみが増大し、粘土-セメント混合物の変形能力が大きく改善されるということがいえる。

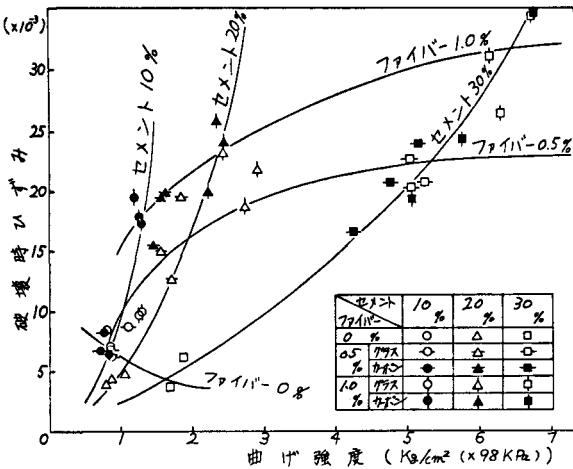


図-6 曲げ強度と破壊時ひずみの関係

また、グラスファイバーとカーボンファイバーとでは、その効果に大きな差は見られないが、ややグラスファイバーの方が優れているといえそうである。

4. まとめ

今回の実験から、粘土-セメント混合物にファイバーを混入することによって、従来では得られなかったような高い曲げ強度やたわみ性を得ることができるといことが明らかとなった。この結果より、ファイバー混入という方法を、実際の地盤改良工法に適用すべく検討する価値があると思われる。最後に、本研究に際し、実験材料を提供して下さいた住友金属工業株式会社の関係各位に謝意を表します。