

[55] ガラス繊維混入量と流動性に関する実験的研究

正会員 三瀬 貞 (大阪市立大学工学部)
 正会員 ○真嶋光保 (大阪市立大学工学部)
 出口智一 (大阪市立大学大学院)

1. まえがき

ガラス繊維補強コンクリート(以下GFRCと呼ぶ)や鋼繊維補強コンクリート(以下SFRC)など一般にコンクリート中に短繊維を混入する繊維補強コンクリートにおいては、短繊維混入による流動性の低下が広く認められているところである。このため、繊維補強コンクリートの配合にあたっては単位水量や細骨材率を大きくするという手段を用いることになるが、GFRCをプレミックス法により用いる場合、この指針となるべきものが不足しているようである。そこで、本研究において、GFRCの各種要因を変化させた際の流動特性とガラス繊維混入量との関係を実験的に調べたので、ここにその結果を報告する。

2. 実験の概要

ガラス繊維は市販の耐アルカリ性ガラス繊維(長さ、12mm、24mm、37mm、50mm)を使用した。また、セメント、細骨材、粗骨材にはそれぞれ、普通ポルトランドセメント、海砂(比重2.57)、碎石(比重2.69、最大寸法15mm)を使用した。

実験は水セメント比、繊維長などを一定にして、細骨材率のみを変化させたシリーズⅠ、細骨材率、繊維長などを一定にし、水セメント比のみを変化させたシリーズⅡ、水セメント比、細骨材率、繊維長などを一定にして単位セメント量のみを変化させたシリーズⅢ、水セメント比、細骨材率、単位セメント量などを一定にして、繊維長のみを変化させたシリーズⅣの4つのシリーズからなり(表-1)、各シリーズごとにガラス繊維混入量を0%から1.0%まで6種類に変化させた際の流動特性変化を調べた。

なお、GFRCの流動特性を調べる方法としては、いろいろな方法が考えられるが、本実験においては、コンクリートの流動特性を調べる方法として一般的な、スランプ試験法、V-B試験法を併用することとした。

表-1 配合条件

シリーズ	最大骨材寸法 (mm)	単位セメント 量 (kg)	水セメント比	細骨材率	繊維長 (mm)	繊維混入量 (%)
シリーズⅠ	15	500	0.55	0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 1.00	24	0
						0.2
						0.4
						0.6
						0.8
						1.0
シリーズⅡ	15	500	0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70	0.60	24	0
						0.2
						0.4
						0.6
						0.8
						1.0
シリーズⅢ	15	500	0.50	0.60	24	0
		600	0.55			0.2
						0.4
						0.6
シリーズⅣ	15	500	0.55	0.60	12	0
					24	0.2
					37	0.4
					50	0.6
						0.8
	1.0					

3. 実験結果

(a) シリーズⅠ

シリーズⅠにおけるスランプ値におよぼすガラス繊維混入量の影響は図-1のようである。この図に示されるように、GFRCのスランプ値は繊維混入量により大きな影響をうけるものであり、そのスランプ値の低下の度合はガラス繊維混入量0.1%に対し2~3cm程度であるが、ガラス繊維混入量の少ない時には、GFRCのスランプ

値は繊維混入量に対してより敏感に変化している。一方、本シリーズでとりあげた変動要因である細骨材率に関しては図-2にも示すようにスランプ値におよぼす影響の明確な傾向はみうけられないが、普通コンクリートに

おいて水セメント比が一定の場合細骨材率に極値が存在するという。いわゆる最適細骨材率の考え方に立てば、GFRCも、その傾向はうかがえる。

次にシリーズIにおけるV-B値におよぼす繊維混入量の影響に関してであるが、これを図-3に示す。これによると、GFRCのV-B値はガラス繊維混入量の増加と共に増していることがわかるが、その程度は細骨材率が大きくなれば大きくなるようであるが顕著ではない。一方、V-B値と繊維混入量の関係におよぼす細骨材率の影響に関しては図-4にも示しているように、細骨材率が増加するにつれ、V-B値が減少する傾向があり、最適細骨材率のような極値の存在は明らかではない。なお、ここでガラス繊維混入量が0.2%のものV-B値低下の度合が他のものより少ないのは、細骨材率がV-B値におよぼす影響よりも、ガラス繊維混入量の影響が大きく作用しているため、すなわち、むしろプレーンコンクリートに近く測定不能に近い状態であるためである。このように、シリーズIでとり上げた変動要因である細骨材率はV-B値とガラス繊維混入量との関係には微妙な影響をおよぼす要因の1つと考えられ、無視し得ないものである。

(b) シリーズII

シリーズIIにおけるスランプ値におよぼすガラス繊維混入量の影響について図-5に示す。この図によると、ガラス繊維混入量増加に伴うスランプ値の低下の傾向は、このシリーズでとりあげた変動要因である水セメント比に対し大きな相関がある。すなわち、水セメント比が0.45から0.70まで増加していくにつれ、スランプ値は全体的に増加する傾向を有し、その傾向はガラス繊維混入量に対してほぼ反比例的である。図-6はガラス繊維混入量をパラメータに水セメント比とスランプ値の変化を示したものである。この図によると、スランプは水セメント比の影響を大きく受けるのは当然であるが、ガラス繊維混入量に対しても同時に大きな相関を持っているといえる。

また、このシリーズにおけるV-B値とガラス繊維混入量の関係は図-7に水セメント比をパラメータに、図-8にV-B値と水セメント比の

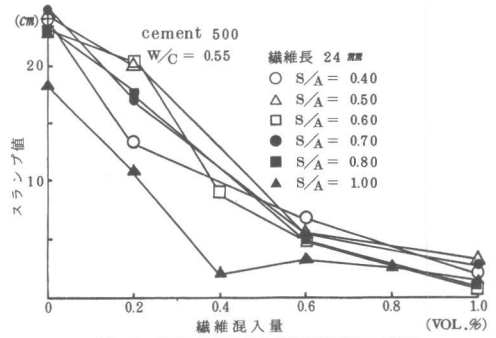


図-1 スランプ値と混入量の関係(シリーズI)

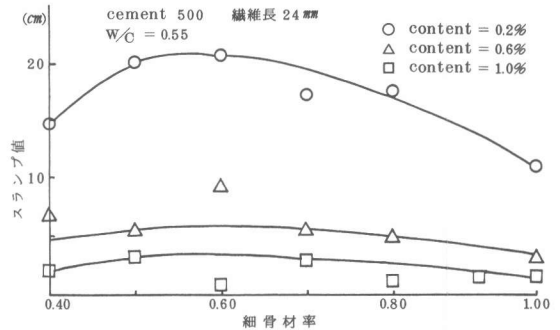


図-2 スランプ値と細骨材率の関係(シリーズI)

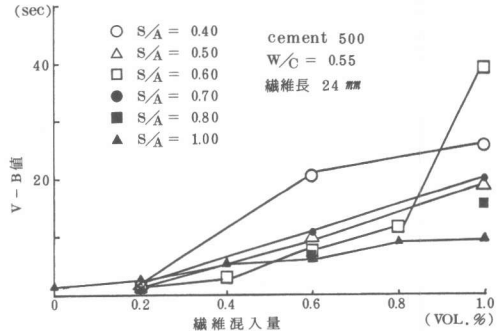


図-3 V-B値と混入量の関係(シリーズI)

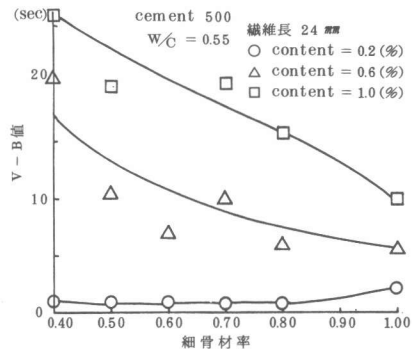


図-4 V-B値と細骨材率の関係(シリーズI)

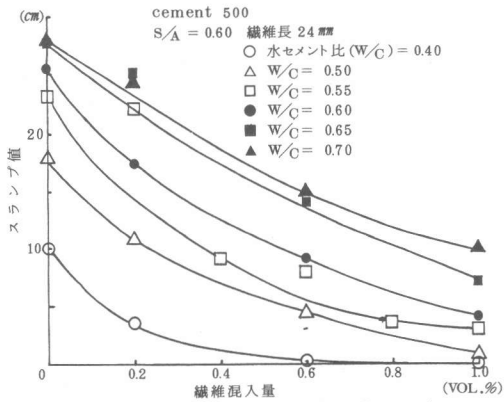


図-5 スランプ値と混入量の関係(シリーズII)

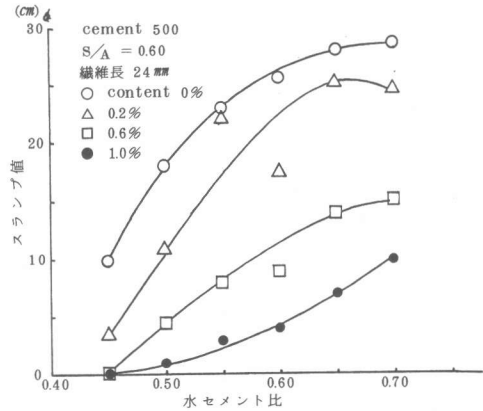


図-6 スランプ値と水セメント比の関係(シリーズII)

関係をガラス繊維混入量をパラメーターに示した。この図-7、図-8においてもスランプ値、水セメント比、ガラス繊維混入量の関係と同様に相互に影響を与える傾向は明らかである。

従って、シリーズIIの変動要因である水セメント比はスランプ値とガラス繊維混入量およびV-B値とガラス繊維混入量との間の関係にかなり強い影響を相互におよぼしあう、プレーンコンクリートにおける水セメント比の関係と同様重要な要因の1つである。

(c) シリーズIII

シリーズIIIにおいては、変動要因として単位セメント量を取りあげているわけであるが、この要因によるスランプ値とガラス繊維混入量との関係を図-9に示した。この図に示されるように単位セメント量が増加すると、スランプ値も大きくなる傾向が存在すると思われる。また、この傾向は水セメント比が0.50から0.55に変化しても同様に認められる。このように、スランプ値とガラス繊維混入量との関係に対して、このシリーズでとりあげた変動要因である単位セメント量は大きな影響を与える要因の1つといえるようである。

(d) シリーズIV

このシリーズにおけるスランプ値に与えるガラス繊維混入量の影響を図-10に示す。この図に示されるように、スランプ値とガラス繊維混入量との関係に本実験範囲のガラス繊維長ではほとんど影響を与えないものといえるようである。一方、V-B値とガラス繊維混入量との関係に与えるガラス繊維長の影響について図-11に示したが、この図によると、ガラス繊維混入量増加とともに増大する一般的な傾向に加え、ガラス繊維長が増すに従って、V-B値も大きくなるようである。このことより、スランプ値に関しては、あまり明確な影響を示さない変動要因であるが、この変動要因ガラス繊維長はV-B値に対してはかなり影響を与える要因の1つであると考えられる。すなわち、ガラス繊維長がGFRCの流動特性に与える影響をスランプ値だけをもってあらわすことは、

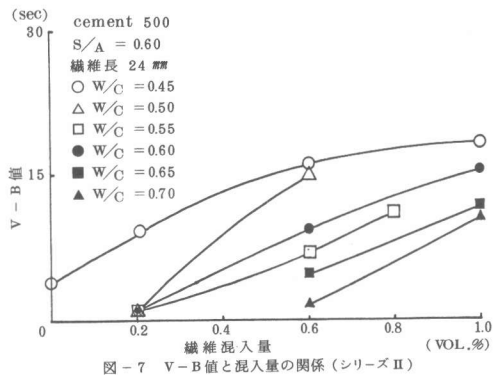


図-7 V-B値と混入量の関係(シリーズII)

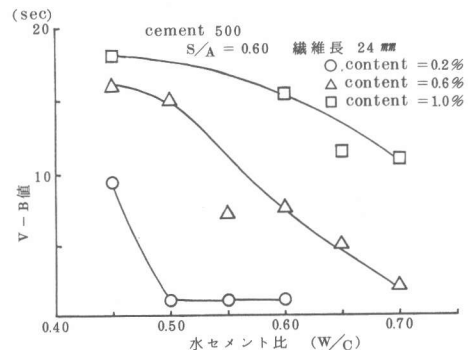


図-8 V-B値と水セメント比の関係(シリーズII)

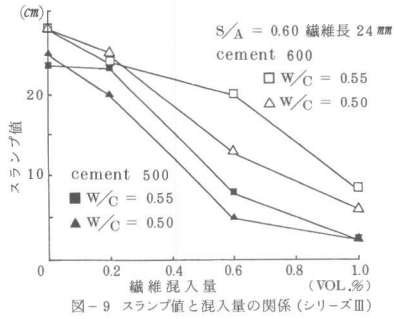


図-9 スランプ値と混入量の関係(シリーズIII)

かなりむずかしいということがいえるようである。

(c) スランプ値とV-B値について

図-12に本実験4シリーズの全てについてスランプ値とV-B値の関係を示した。普通コンクリートにおけるこの2つの関係は明確ではないが、セメントコンクリート舗装要綱においてスランプ2.5cmがV-B値30秒に対応する値であるとする、同じスランプ値に対しGFRCのV-B値は小さいということになる。すなわち、見かけ上非常に悪いコンステンシーを有しているものの、内包するモルタル分が富配合であることからGFRCは振動エネルギーにより容易に液状化するものと考えられる。

4. まとめ

以上、GFRCのガラス繊維混入による流動特性変化というものを4つのシリーズでとりあげたわけであるが、これらをまとめると次のようになる。

- (1) 細骨材率のスランプ値とガラス繊維混入量との関係におよぼす影響は明確ではないが、V-B値は細骨材率が増加するにつれ減少する傾向がある。
- (2) 水セメント比が増加するに従って、スランプ値は増大し、また、V-B値は減少する。この変化の割合はガラス繊維量により影響をうける。
- (3) 単位セメント量の増加により、水セメント比が0.50から0.55に変化しても、スランプ値は大きくなる。
- (4) ガラス繊維長がスランプ値に与える影響の明確な傾向は存在しないが、V-B値でみるとガラス繊維長による影響は明らかである。

5. あとがき

本研究では、GFRCの流動特性に与えるガラス繊維混入量の影響を4つの変動要因について調べるに際し、スランプ、V-B試験法を併用したが、その結果、GFRCの流動特性を論ずる場合前章(1)、(4)の結論から、V-B試験法の方が特性変化に対する感応性の点においてより適していると考えられる。なお、本実験の実施に当り大阪市立大学(現(株)清水建設)今井克美君の多大の協力を得たことをここに記し謝意を表します。

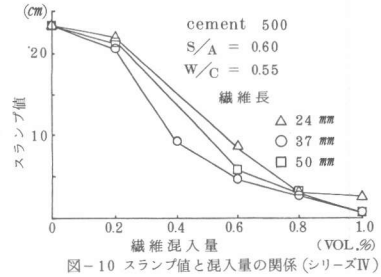


図-10 スランプ値と混入量の関係(シリーズIV)

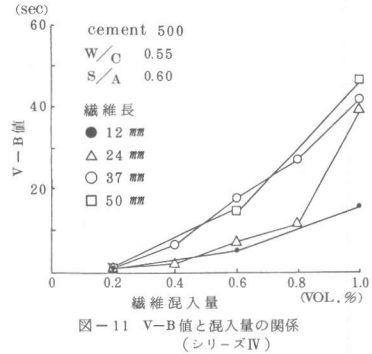


図-11 V-B値と混入量の関係(シリーズIV)

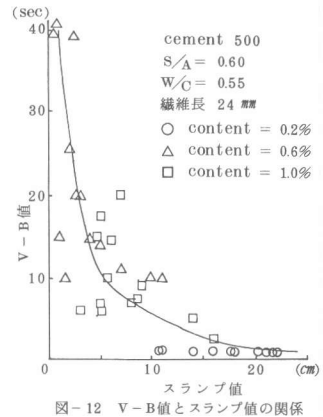


図-12 V-B値とスランプ値の関係