

繊維補強コンクリートへのゴミ溶融スラグの適用

- 宇都宮大学 学生会員 橋本 有紀
- 宇都宮大学 正会員 藤原 浩巳
- 宇都宮大学 正会員 丸岡 正知
- 日本ナチュロック 正会員 堂園 昭人

1. まえがき

本研究は、ゴミ溶融スラグの有効利用に関する研究の一環として、繊維補強コンクリートへの適用を検討した。

ゴミ溶融スラグは、増大する廃棄物の有効利用という点で環境側面に配慮するため、現在その有効な活用法が求められている。本実験は、溶融スラグを細骨材として繊維補強コンクリートを製造し、その力学的な特性を把握すると共に、最適な配合について検討した。

2. 実験 I : 繊維選定実験

2.1 実験概要

ここでは、4種類の繊維（ビニロン繊維1種、ステンレス繊維3種）について検討した。ステンレス繊維は写真-1に示す形状の異なるものを選定した。ゴミ溶融スラグの密度は2.75、F.Mは4.21である。粉体には、普通セメント(密度:3.15)、高炉スラグ微粉末(密度:2.90)、シリカフェーム(密度:2.20)を用い、その配合比は細密充填を与える6:3:1とした¹⁾。また、繊維混入率 $V_f=2.7(\text{vol}, \%)$ 、水粉対比 $W/B=23(\%)$ 、細骨材粉対比 $S/B=50(\%)$ 、SP添加率=0.8%とした。これらの値は、予備的な実験で成形可能なワーカビリティを求めた結果より決められたものである。材料の練り混ぜは10リットルのオムニキサーを用いて90秒間行い、その後JIS R 5201-1997に従いフロー値を測定し、 $4 \times 4 \times 16(\text{cm})$ に成形した。成形した供試体は60°Cの蒸気養生を行った後、JIS A 1106-1999に従い曲げ試験を行った。

2.2 実験結果

実験により得られた曲げ強度、フロー値および曲げタフネスを表-1に示す。また図-2には各繊維を用いた供試体のたわみの挙動を示した。曲げタフ

ネスはJISCE-G552-1999に従い算出したものである。

この結果、ステンレスAを用いた条件において、最も高い曲げ強度及び曲げタフネスが得られ、実用性が認められた。また、ステンレスAを用いた条件では、フロー値も170(mm)と、十分な施工性を有していることがわかった。従って今回の実験の範囲内であるが、ステンレスAを用いることにより、ゴミ溶融スラグを細骨材とした実用的な繊維補強コンクリートが製造可能であることがわかった。



ビニロン繊維(形状:ストレート,密度:1.30kg/m³,繊維長:13mm)



ステンレス繊維 A(形状:インデント小波付,密度:7.70kg/m³,繊維長:15mm)



ステンレス繊維 B(形状:ドッグボーン,密度:7.93kg/m³,繊維長 23mm)



ステンレス繊維 C(形状:ストレート,密度:7.70 kg/m³,繊維長 5mm)

写真-1 ビニロン繊維及びステンレス繊維の形状

表-1 実験 I 試験結果

繊維の種類	曲げ強度	フロー値	曲げタフネス
	(N/mm ²)	(mm)	(MPa)
ビニロン	8.66	120	0.56
ステンレス A	13.50	170	6.34
ステンレス B	9.65	180	3.38
ステンレス C	10.85	120	4.55

キーワード：ゴミ溶融スラグ 繊維補強 曲げ強度 曲げタフネス

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設棟材料研究室

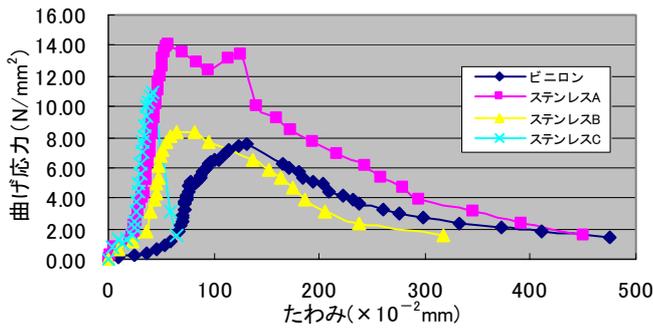


図-1 各繊維補強コンクリートのたわみの挙動

3.実験Ⅱ:配合選定実験

3.1 実験概要

繊維補強コンクリートの特性に影響を及ぼすと考えられる配合要因として、水粉対比(W/B,%)、繊維混入率(Vf,%)、細骨材粉対比(S/B,%)、膨張材混入量(Ex,kg/m³)を取り上げ、その効果を、実験計画法を用いて検討した。要因と水準を表-2 に示す。これらの要因と水準はL₈直行配列表に割り付けた。細骨材には溶融スラグを用い、粉体は実験Ⅰと同様とした。膨張材にカルシウムサルホアルミネート系のもの(比重:3.0)を普通セメントに置換して用いた。

表-2 要因と水準

要因	水準 1	水準 2
W/B	21%	23%
Vf	1.35%	2.70%
S/B	50%	75%
Ex	0kg	50kg

SP 添加率はフロー値が 170mm となる値とした。また、測定項目は曲げ強度とし、蒸気養生後に測定した。

3.2 実験結果

それぞれの要因における、水準の組合せと曲げ強度を表-3 に示す。この結果、No.4 の条件が最も高い曲げ強度を示した。この結果を用いて分散分析した結果を表-4 に示す。分散分析においては分散比(F₀)が 1 以下のものは誤差にプールして行った。

表-3 各水準の組合せと曲げ強度 この結果、繊維

No.	W/B	Vf	S/B	Ex	曲げ強度(N/mm²)
1	21%	1.5%	50%	0kg	9.00
2	21%	1.5%	75%	50kg	8.92
3	21%	3.0%	50%	50kg	11.49
4	21%	3.0%	75%	0kg	14.52
5	23%	1.5%	50%	50kg	8.29
6	23%	1.5%	75%	0kg	9.63
7	23%	3.0%	50%	0kg	13.50
8	23%	3.0%	75%	50kg	12.38

混入率(Vf)が危険率 1%有意、細骨材粉対比(S/B)が危険率 5%有意となった。図-2 に Vf

表-4 分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	F0	検定
Vf	37.845	1	37.84	110.8	1%有意
S/B	2.738	1	2.738	8.014	5%有意
(Vf) × (S/B)	2.06	1	2.06	6.031	
誤差	1.366	4	0.342		
計	44.01	7			

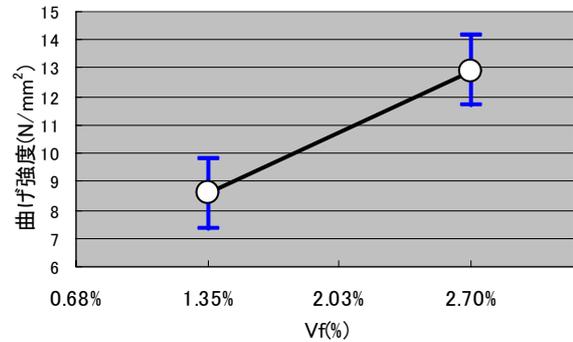


図-3 Vfと曲げ強度の関係

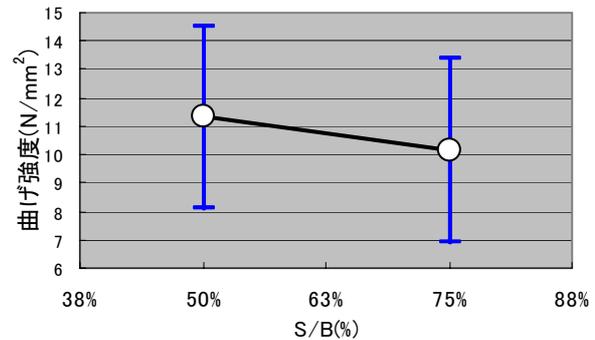


図-4 S/Bと曲げ強度の関係

と曲げ強度の関係、図-3 に S/B と曲げ強度の関係を示す。本実験においては、最適条件は Vf=2.7%、S/B=50%であり、その場合の強度の推定値は、13.973±2.316(N/mm²)であることがわかった。

4.まとめ

ゴミ溶融スラグの繊維補強コンクリートへの適用性について検討した。この結果、本実験の範囲では、適切なステンレス繊維(せん断ファイバー)を用い、Vf=2.7%、S/B=50%とすることで、実用性のある繊維補強コンクリートが得られることがわかった。

謝辞

本実験に当たりご協力頂いた宇都宮大学材料研究室 沼野友伸氏に厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 河野克哉, モルタルの軽量高強度化に関する検討, セメント・コンクリート論文集 Vol.51, 1997, pp.724~729