

V—15 繊維コンクリートの摩耗について

北海道工業大学

正会員 佐々木 勝男

学生員 富谷 誠

藤原 利洋

1. まえがき

水路面等の摩耗による損害が問題とされ、耐用年限を向上させるための繊維コンクリートもその一方法である。

この報告では、繊維補強コンクリートの力学的性質と摩耗性状に関する資料を得ようとした。

本実験では、径と長さの異なるポリエチレン繊維BF（三井石油化学製）の3種類について検討を行なった。

この目的のため、

(1) シリーズ1—繊維コンクリートの強度試験（曲げ強度及び圧縮試験）。

(2) シリーズ2—泥流ロサンゼルス摩耗試験。

(3) シリーズ3—泥流摩耗試験。

の3シリーズの実験を行なった。

2. 実験概要

シリーズ1は、4因子、3水準（表-1）をとり表-3のよう
に割り付けた。

シリーズ2は、実験方法としてロサンゼルス試験機のドラム
中の水量を1因子加え同様に行なった。

またシリーズ3は、BF種類1340（ $0.5\text{mm} \times 40\text{mm}$ ），
3030（ $0.8\text{mm} \times 30\text{mm}$ ），5140（ $0.9\text{mm} \times 40\text{mm}$ ）の
3種類と混入率（容積比）0.5，1，2%の3種類と $\delta/a = 70$
， $w/c = 40$ ，計9個について実験を行なった。

共通因子として単位セメント量450Kg（早強），高流動混
和剤C×1%（重量比），粗骨材の最大寸法15mm，細骨材比
重2.49（FM=2.55），粗骨材比重2.68（FM=6.49）
，BF比重0.69である。

2-1. シリーズ1（繊維コンクリートの強度試験）

曲げ強度試験は、 $7.5\text{cm} \times 7.5\text{cm}$
 $\times 40\text{cm}$ の供試体を15cm間隔の2
等分点載荷を行ない破壊時の曲げモー
メントから強度を算定した。

また圧縮強度試験は、 $10\text{cm} \times 20\text{cm}$
での円柱供試体を用いて行なった。

各試験ともすべて3本の測定値の
平均である。また材令は、28日
で水中養生を行なった。

表-1 因子及び水準（シリーズ1,2）

因子 \ 水準	1	2	3
(A) BF 種類	1340	3030	5140
(B) BF混入率(%)	1	2	3
(C) δ/a (%)	40	55	70
(D) w/c (%)	35	40	45
(E) 水量 (l)	0	2	4

表-2 因子及び水準（シリーズ3）

因子 \ 水準	1	2	3
(A) BF 種類	1340	3030	5140
(B) BF混入率(%)	0.5	1	2

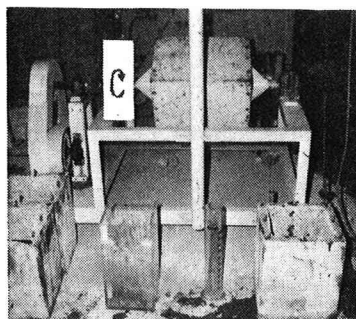


写真-1 測定機様一式

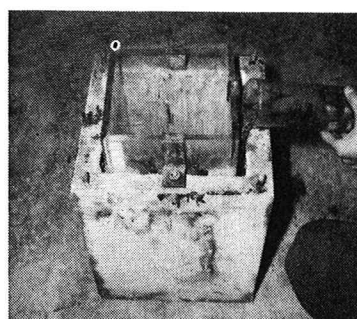


写真-2 摩耗体積測定要領

2-2 シリーズ2 (泥流ロサンゼルス摩耗試験)

JIS A 1121 に準じて行ない供試体は、 $75\text{mm} \times 75\text{mm} \times 400\text{mm}$ の角柱供試体をカッターで切斷して形成し、3個の立方供試体と鋼球6ヶを入れ500回転後の重量減を測定した。またドラムの中に0.24ℓの水を入れ同様に試験を行なった。

2-3 シリーズ3 (泥流摩耗試験)

箱型供試体の外寸法は、 $30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 40\text{cm}$ 肉厚4cmである。この中に2ℓの水と鋼球 $15\text{mm}\phi$ 200個(2695g)、 $19\text{mm}\phi$ 100個(2735g)を入れ写真-1で示す機械で回転させ(1680回転/h)24時間ごとに2回、写真-2に示す導管で測定した。この測定方法は、箱型供試体の中に外寸法 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 40\text{cm}$ のアクリル箱を供試体中に直立させこの間に水を入れ摩耗量(体積)を測定した。枚令は、14日で水中養生を行なった。

表-3 割り付け表及び実験結果

NO	(A) 割り付け表					(B) 実験結果			
	A	B	C	D	E	曲げ試験 (Kg/cm ²)	圧縮試験 (Kg/cm ²)	泥流ロサンゼルス 摩耗試験(%)	スランプ試験 (cm)
1	1	1	1	1	1	96.8	354	15.3	4.5
2	1	1	2	2	2	74.9	360	17.6	15.9
3	1	1	3	3	3	88.5	308	15.0	6.9
4	1	2	1	2	2	94.5	406	17.8	2.1
5	1	2	2	3	3	70.9	300	16.6	14.3
6	1	2	3	1	1	104.1	393	11.4	0.0
7	1	3	1	3	3	79.4	365	19.4	1.0
8	1	3	2	1	1	97.4	371	12.9	0.0
9	1	3	3	2	2	87.2	396	13.5	0.0
10	2	1	1	2	3	84.9	370	17.0	15.1
11	2	1	2	3	1	89.6	332	15.6	19.3
12	2	1	3	1	2	86.1	396	17.9	0.3
13	2	2	1	3	1	76.2	347	15.4	15.7
14	2	2	2	1	2	93.3	458	12.7	0.8
15	2	2	3	2	3	92.8	417	13.1	0.6
16	2	3	1	1	2	98.4	428	14.1	0.8
17	2	3	2	2	3	102.2	393	13.8	4.9
18	2	3	3	3	1	85.8	331	13.0	9.7
19	3	1	1	3	2	91.5	348	22.9	21.5
20	3	1	2	1	3	89.9	461	13.1	0.5
21	3	1	3	2	1	91.5	367	14.0	0.9
22	3	2	1	1	3	97.7	446	16.1	0.7
23	3	2	2	2	1	97.1	411	14.0	4.6
24	3	2	3	3	2	78.9	332	17.5	13.5
25	3	3	1	2	1	89.0	387	12.3	4.4
26	3	3	2	3	2	81.3	369	16.0	12.4
27	3	3	3	1	3	107.5	417	10.6	0.2

3. 実験結果と考察

繊維コンクリートの強度試験、泥流ロサンゼルス摩耗試験の割り付け表及び実験結果を表-3に示す。

泥流摩耗試験の割り付け表及び実験結果を表-4に示す。実験結果①は、試験前水量と24時間測定後の水量との差②は、24時間測定水量と48時間測定後の差を示す。

表-4

(A) 割り付け表		(B) 実験結果		
NO	A	B	摩 耗 試 験	
			①(cc)	②(cc)
1	1	1	840	1690
2	1	2	717	1553
3	1	3	730	1374
4	2	1	813	1686
5	2	2	803	1630
6	2	3	700	1340
7	3	1	844	1710
8	3	2	853	1653
9	3	3	654	1267

3-1 シリーズ1 (繊維コンクリートの強度試験)

曲げ強度を分散分析した結果、表-5の

表-5 分散分析表

(1)に示すように水セメント比が5%危険率有意水準で有意になった。この主効果グラフを図-1に示す。水セメント比が小さくなるほど強度の増加が見られた。

圧縮強度を分散分析した結果、表-5の(2)に示すように水セメント比が1%危険率有意水準で有意になった。この主効果グラフを図-2に示す。水セメント比が小さくなるほど強度の増加が見られた。

圧縮強度及び曲げ強度とも繊維の混入による影響は、見られなかった。

因 子	曲げ強度 (1)		圧縮強度 (2)		スランプ試験 (3)		泥流ロサンゼルス試験 (4)	
	F 値	判定	F 値	判定	F 値	判定	F 値	判定
(A) BF の種類	0.31		4.50		0.29		0.63	
(B) BF 混入率	0.40		2.51		2.58		6.95	*
(C) ε/a	0.22		0.62		1.22		8.38	*
(D) w/c	5.42	*	25.30	**	2.98		10.20	*
(E) 水量							9.07	*

** : 1% 危険率有意水準

* : 5% 危険率有意水準

3-2 シリーズ2 (泥流ロサンゼルス摩耗試験)

泥流ロサンゼルス摩耗試験を分散分析した結果、表-5の(4)に示すように繊維量、細骨材率、水セメント比、水量がそれぞれ5%危険率有意水準で有意になった。

この主効果グラフを図-3、図-4、図-5、図-6に示す。繊維量を1%混入する事により約1%の摩耗量の減少が見られた。細骨材率を増すと摩耗量が減少し、水セメント比を増すと摩耗量の増加が見られた。これは、泥流ロサンゼルス摩耗試験特有の現象のようであるが、今後の研究を要する。

表-6 分散分析表

因 子	泥 流 摩 耗 試 験					
	①		②		②-①	
	F 値	判定	F 値	判定	F 値	判定
(A) BF の種類	0.11		0.04		1.70	
(B) BF 混入率	4.88		38.64	**	216.41	**

※ ① 24 時間後測定、② 48 時間後測定

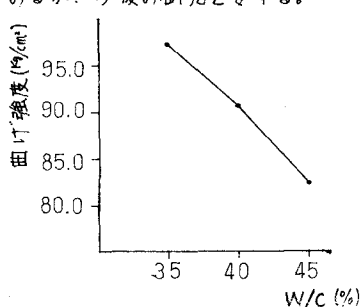


図-1 w/c 主効果グラフ

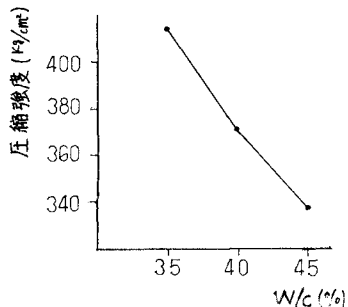


図-2 w/c 主効果グラフ

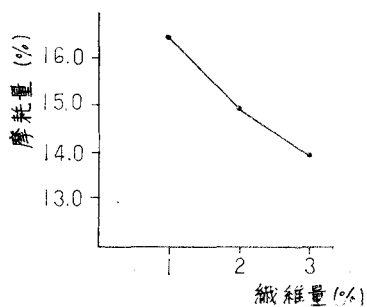


図-3 繊維量の主効果グラフ

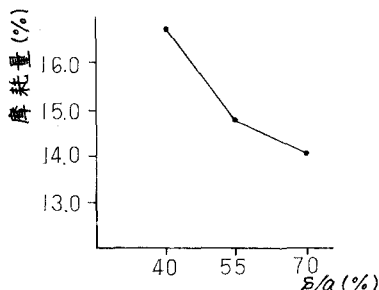


図-4 ε/a の主効果グラフ

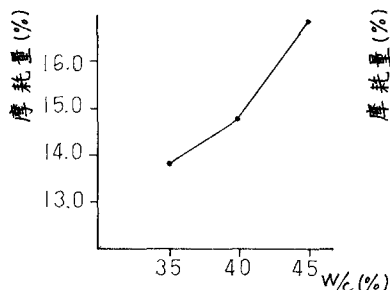


図-5 w/c の主効果グラフ

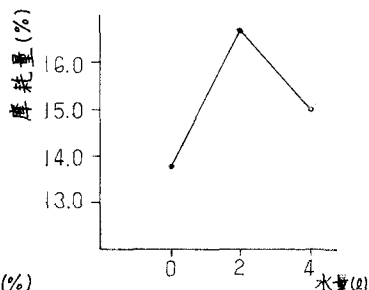


図-6 水量の主効果グラフ

3-3 シリーズ3 (泥流摩耗試験)

泥流摩耗試験を分散分析した結果、表-6に示すように24時間後の1回目測定①では、繊維種類・繊維量ともに有意因子が出なかった。48時間後の2回目測定②では、繊維量が1%危険率有意水準で有意になった。この主効果グラフを図-7に示す。

1回目測定で有意因子が出なかったのは、供試体表面のセメントペーストが原因しており2回目測定から繊維量の差が出てきたためである。

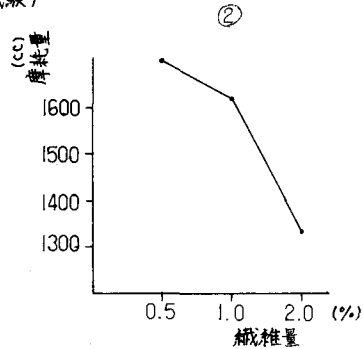


図-7 繊維量の主効果グラフ

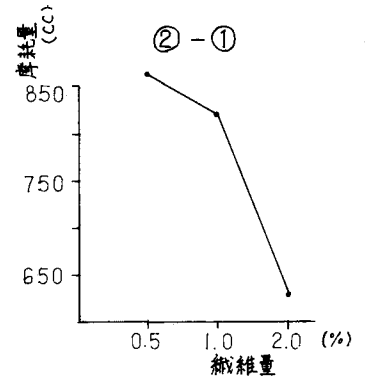


図-8 繊維量の主効果グラフ

4. まとめ

繊維の効果をまとめて、次のような結論を得た。

- 1) 圧縮強度、曲げ強度については、水セメント比のみ有意因子となり繊維の混入による影響は見られなかった。
- 2) 泥流ロサンゼルス摩耗については、ドラム中の水量を変化することにより砥石効果の有意が見られた。
- 3) 泥流摩耗試験については、繊維による効果が見られた。(シリーズ2及びシリーズ3において)
- 4) 全体を通して、繊維種類の因子は有意水準を満足しなかった。