

鋼繊維補強コンクリートの摩耗抵抗について

北海道工業大学 正員 犬塚雅生

正員 畑中 裕

正員 堀口 敬

学生員 吉田修二

学生員 石若 厚

／まえがき

現在、我国の道路はアスファルト舗装が主として使用されている現状であるが、特に寒冷地地方においてはスパイクタイヤ及びタイヤチェーンによる路面のすりへりや輪どちぼれが深刻な問題となっている。北欧などでは、スパイクタイヤ禁止の国なども見られるが、現在の我国の現状では安全性などの面からこの政策を実施することのできない現状である。

鋼繊維補強コンクリートは最近多くの研究が行われその性状も判明しつつあり舗装面でもすでに試験舗装が実施された。本研究では自作による摩耗試験機による実験の結果を検討したものである。なお、図表、写真等は後半部に一括して掲載した。

2. 実験方法

(a) 本実験は種々の要因が錯綜して作用する複合体の解析に非常に有効である多因子直交配列表による実験を採用した。実験は3シリーズにわけ実験し、表1は各要因とその水準を示している。表2は直交表による各要因の割り付けを示し各水準の設定には示方書標準による妥当な値を用いた。鋼繊維については容積比により示し、実験順序は乱数表を用い、多くの実験において生じ易い実験順序による要因を消すように努力した。

(a) 実験材料及び試験機

材料、普通ポルトランドセメント、AE割ザインソル、鋼繊維(住友金属製)で寸法、 $0.2 \times 0.6 \times 25\text{mm}$ 供試体寸法 $400 \times 150 \times 50\text{mm}$ で材令28日と25日間水中養生した。供試体の配合は単位水量 175kg をすべての実験において一定とした。サイクル養生は供試体を1日2サイクル -20°C で12時間、 $+20^\circ\text{C}$ で12時間運転し養生した。

3 実験結果

(a) Aシリーズでは各要因を表1のように割り付けた。鋼繊維混入率の水準は0.2、4%に取ったわけであるが、4%の段階では鋼繊維混入による極度のワーカビリティー低下と少量の鋼繊維により、コンクリートと鋼繊維の付着性が極度に低下し内部に空けきを作る結果となった。この空けきによりすりへり量を増大する結果となった。

また、このすりへり量の測定には供試体の中間部を切断し、そのすりへり断面積をデーターとして用いた。また、ダイヤルゲージによって供試体の2線上、各10点の平均を取りすりへり深さとしてこれもデーターとして用いた。

すりへり断面積と鋼繊維の関係を図1に示す。鋼繊維の容積率を計算で求めると4.5%という結果になった。単位セメント量とすりへり断面積との関係を図2に示す。図からわかるように、単位セメント量は 350kg 以

際に急激に値が低下する。荷重率は29%である。養生においては、図4に示す如く、水中養生での値が最も小さい値を示した。

(b) Bシリーズでは、鋼繊維の混入率を、0.1.2%と低下させ、ワーカビリティの改善につとめた。鋼繊維混入量が1%時に最小になった。この関係を図4に示す。単位セメント量は、セメント量の増加に伴い減少する傾向にある。この荷重率は9.97%である。この関係を図5に示す。AE計量は、0.36%の水準であるが、その結果を図6に示した。

(c) Cシリーズでは、Bシリーズと同じく、0.1.2%の鋼繊維混入率ではあるが、このCシリーズでは、1%の鋼繊維をコンクリート混合するのではなく、約4%の量を表面にのみコーティングしたものである。これは鋼繊維コンクリートのコストを安くし、ワーカビリティの改善になると考えたからである。すりへり面の測定を重量減により測定した結果、鋼繊維混入量は1%で最小を示した。(図8)

単位セメント量については、単位セメント量の増加に伴い重量減は減少する。(図9)

(D)最後に、鋼繊維補強コンクリートを施工するのに重要であるワーカビリティについて、我々の実験グループは、スラッシュ試験及びフロー試験を行ない、鋼繊維混入によるワーカビリティの変化を図7に示した。

この実験の結果、鋼繊維の混入により、ワーカビリティは低下は著しく、容積率4%の段階では施工不可能に近い状態になった。

4.まとめ

我々が行なった実験では、鋼繊維混入率が2%以上になると不利な結果になったわけであるが、これは鋼繊維混入率を多くすると、鋼繊維どうしが固まりやすく(ボウリシグ)、粗骨材との混合がむずかしく、ワーカビリティも低下する結果となったがらのようである。この結果、チェーンによる打撃作用により剥離しやすい結果となった。(しかし、この鋼繊維の混入率1%では良い結果を得ているわけでこの場合は、粗骨材との混合もうまくやり、ワーカビリティも極度を低下も見られなかった。

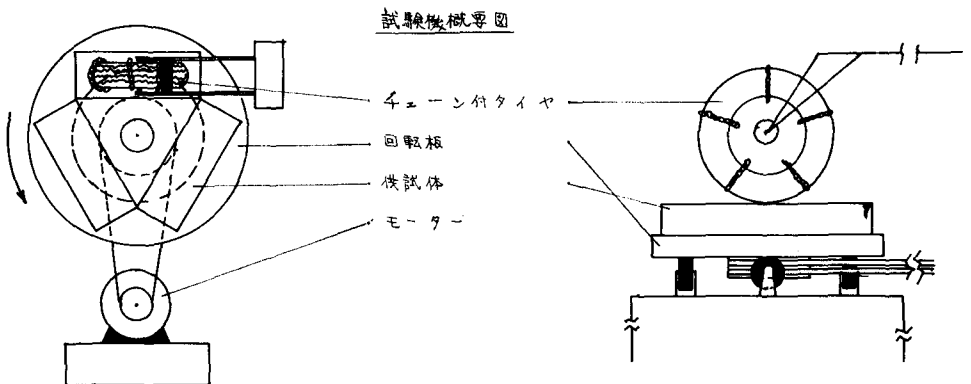
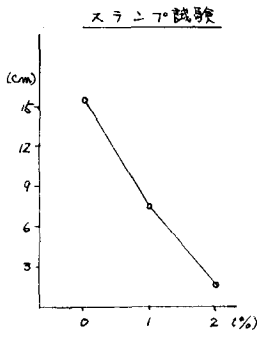
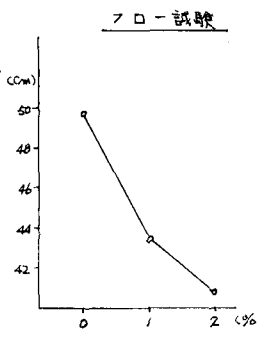
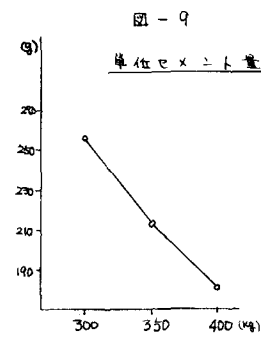
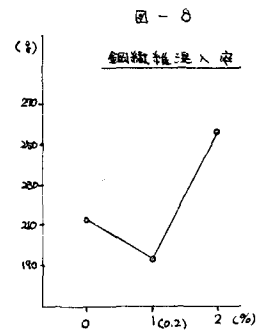
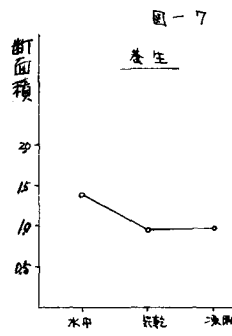
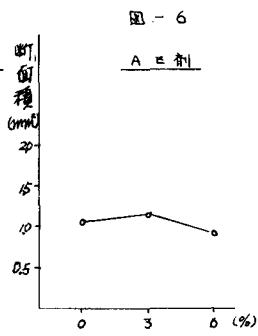
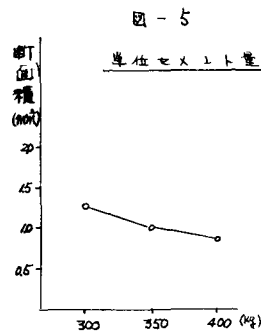
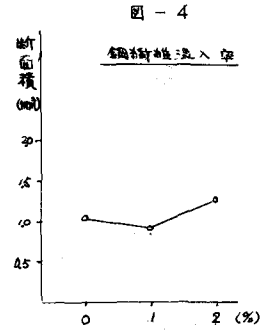
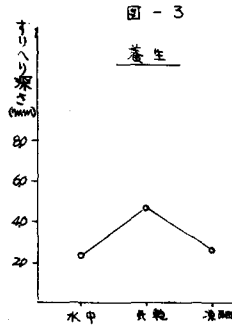
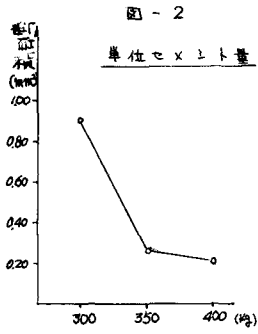
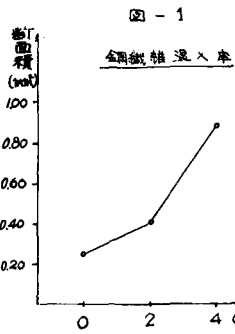
また、Cシリーズで行なった表面のみ鋼繊維処理も同程度の成果をあげた。しかしこの場合は表面のみということ、摩耗が進行するにつれ、鋼繊維混入率は0となり、普通コンクリートの状態に変化することになり、これから考慮する余地のあるところである。オースに単位セメント量であるが、一般コンクリートの強度に大きな影響を与える水、セメント比がやはり、この実験にも影響を与えた。我々は3回の実験を通して単位水量を175kgに固定し、単位セメント量を変動させたわけであるがAシリーズを除き、350kg以降からすりへり断面積、及び重量は減少の傾向を示した。Aシリーズについては、鋼繊維混入量の水準が0.2.4%であったためワーカビリティも極度を低下で、良い結果が得られなかったものと見られる。また、この鋼繊維補強コンクリートにおいて摩耗抵抗に影響を及ぼさずと思われるワーカビリティの改善のためにAE計を使用したのであるが、3%時では、逆効果であり6%時に効果を出すという結果が出てくる。また、今後開発すべきことにすりへりの度合いを調べる方法があげられる。現在、我々は切断によってすりへり断面積を得るのと、ダイヤルゲージ法、重量法などを使用しているが、どれも最適とはいえない状態である。

表1. 要因 及び 水準

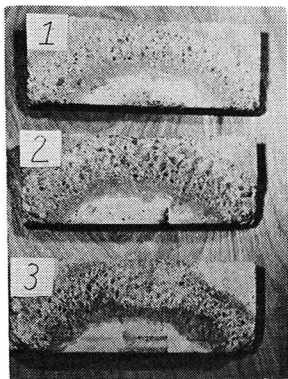
材 料 側												環 境 側		
鋼繊維混入量 %			AE剤混入量 %			単位セメント量 kg			細骨材比			養生状態		
A シリーズ	B シリーズ	C シリーズ	A シリーズ	B シリーズ	C シリーズ	A シリーズ	B シリーズ	C シリーズ	A シリーズ	B シリーズ	C シリーズ	A シリーズ	B シリーズ	C シリーズ
0	0	0	0	0	0	300	300	300	1:1	1:1	1:1	水中	2週 23週 水中 水中	水中
2	1	0.2	3	3	3	350	350	350	1:2	1:2	1:2	気乾	水中 気乾	水中
4	2	2	6	6	6	400	400	400	1:3	1:3	1:3	凍融	水中 凍融	水中

表2 L₂₇直交表による各要因のわりつけ

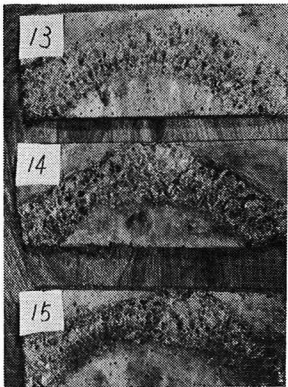
供試体番号	実験順序	AE剤混入量	細骨材比	鋼繊維混入量			単位セメント量	養生状態			
				Aシリーズ	Bシリーズ	Cシリーズ		Aシリーズ	Bシリーズ	Cシリーズ	
1	5	0	1:1	0			300	中	水中	水中	水中
2	3	3	1:2	0			300	水中	↓	水中	↓
3	14	6	1:3	0			300	水中	↓	水中	↓
4	4	3	1:1	0			350	気乾	↓	気乾	↓
5	12	6	1:2	0			350	気乾	↓	気乾	↓
6	27	0	1:3	0			350	気乾	↓	気乾	↓
7	18	6	1:1	0			400	凍融	↓	凍融	↓
8	25	0	1:2	0			400	凍融	↓	凍融	↓
9	9	3	1:3	0			400	凍融	↓	凍融	↓
10	11	0	1:1	2	1	0.2	300	凍融	↓	凍融	↓
11	26	3	1:2	2	1	0.2	300	凍融	↓	凍融	↓
12	24	6	1:3	2	1	0.2	300	凍融	↓	凍融	↓
13	16	3	1:1	2	1	0.2	350	水中	↓	水中	↓
14	23	6	1:2	2	1	0.2	350	水中	↓	水中	↓
15	15	0	1:3	2	1	0.2	350	水中	↓	水中	↓
16	21	6	1:1	2	1	0.2	400	気乾	↓	気乾	↓
17	6	0	1:2	2	1	0.2	400	気乾	↓	気乾	↓
18	1	3	1:3	2	1	0.2	400	気乾	↓	気乾	↓
19	17	0	1:1	4	2	2	300	気乾	↓	気乾	↓
20	2	3	1:2	4	2	2	300	気乾	↓	気乾	↓
21	20	6	1:3	4	2	2	300	気乾	↓	気乾	↓
22	19	3	1:1	4	2	2	350	凍融	↓	凍融	↓
23	8	6	1:2	4	2	2	350	凍融	↓	凍融	↓
24	10	0	1:3	4	2	2	350	凍融	↓	凍融	↓
25	7	6	1:1	4	2	2	400	水中	↓	水中	↓
26	22	0	1:2	4	2	2	400	水中	↓	水中	↓
27	13	3	1:3	4	2	2	400	水中	↓	水中	↓



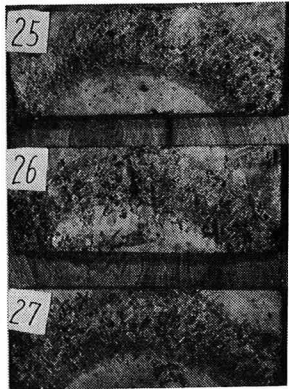
5. 試験後、供試体の形状例 (Aシリーズ)



鋼繊維混入率 0 %



鋼繊維混入率 2 %



鋼繊維混入率 4 %

6. 切断による測定 (面積) の形状例 (Bシリーズ)

