

### 1. はじめに

複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(以下 HPFRCC)<sup>1)</sup>は、一軸引張応力下において、疑似ひずみ硬化挙動を示し、複数微細ひび割れを形成する材料である。また物質透過抵抗性が高いとされ、高い鉄筋防食性能を持つことが明らかにされている<sup>2)</sup>のため、鉄筋腐食が生じたコンクリート部材用の補修材としての適用が検討されている。しかし物質侵入抵抗性および鉄筋防食性能について HPFRCC のひび割れ性状の影響を検討した研究が少ない。

本研究では、高い鉄筋防食性能を有したままで施工性向上させることを目指して、セメント量、繊維種類などが異なる配合の HPFRCC 供試体を作製し、各配合の力学性能を確認する実験を行った。そのうえで物質侵入抵抗性試験、鉄筋防食性能試験を行い、HPFRCC の補修材としての性能の検討を行うことを本研究の目的とする。

## 2. 物質侵入抵抗性に関する実験

### 2.1 使用材料および配合

表-1 に使用した配合を示す。繊維種類は高強度ポリエチレン(以下、PE)繊維、高強度ポリビニロン(以下 PVA)繊維、PEPV 繊維(PE+PVA 繊維)の3種類を使用した。また W/C の影響を確認するためセメントの一部を石灰石微粉末で 1m<sup>3</sup> 当り 0,300(kg)置換した。以上より計 6 種類の供試体を作製した。

### 2.2 実験概要

配合ごとに一軸引張試験用のダンベル型供試体を 10 本ずつ作製し、一軸引張試験器でひび割れ導入を行った。普通モルタル供試体はひび割れ導入時の破断をさけるために繊維補強プラスチック(FRP)の棒を埋め込んだ。その後、乾湿繰返し機で濃度 3%の NaCl 溶液に 3 日間浸漬し、4 日間乾燥させ

るサイクルに 1 ヶ月間さらした。供試体の向きは打設面が横になるように配置した。その後、供試体割裂を行い、蛍光 X 線分析装置を用いてひび割れ面における塩化物イオン量を測定した。測定位置は供試体ひび割れ面の右部(R)、中央部(M)、左部(L)の3箇所である。

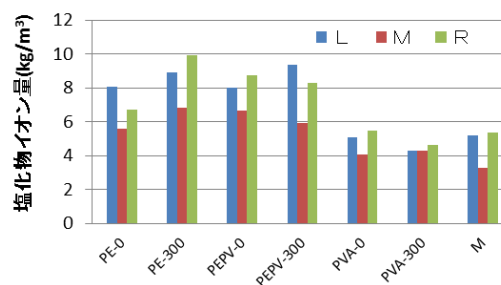


図-1 塩化物イオン量測定結果

### 2.3 実験結果および考察

図-1 に各供試体の塩化物イオン量を示す。測定位置 L, R は M に比べて塩化物イオン量が多い傾向が見られた。これは L と R は供試体表面に近いので、塩水が到達しやすく、塩化物イオン量が侵入しやすいためだと考えられる。

各配合で比較すると PE 繊維, PEPV 繊維を用いた供試体の方が PVA 繊維, M 配合よりも塩化物イオン量が大きくなった。また PE 繊維と PEPV 繊維、PVA 繊維と M 配合がそれぞれ近い傾向がみられた。これらに関して前者は PEPV 繊維が PE 繊維に近い性質を示したと考えられる。後者は PVA 繊維が PE 繊維よりも弾性係数が低く、直径が大きいため繊維の架橋効果が小さく、奥部でのひび割れ幅が狭くなっていないため M 配合に近い傾向がみられたと考えられる。さらに PE 繊維を用いた供試体ではひび割れが発生した箇所繊維が抜け、その抜けた箇所に塩化物イオンが入り込んだため塩分量が多くなったと考えられる。

表-1 配合表

名称	W/C	W/P	S/P	配合重量比(kg/m <sup>3</sup> )								
				セメント	水	石灰石微粉末	骨材		増粘剤	減水剤	PE繊維	PVA繊維
PE-0	0.29	0.29	0.31	1264	371	0	200	195	0.9	28.2	14.6	0
PE-300	0.38	0.29	0.31	964	371	300	200	195	0.9	25.9	14.6	0
PEPV-0	0.29	0.29	0.31	1264	371	0	200	195	0.9	28.1	7.3	13
PEPV-300	0.38	0.29	0.31	964	371	300	200	195	0.9	18.3	7.3	13
PVA-0	0.29	0.29	0.31	1264	371	0	200	195	0.9	5.8	0	26
PVA-300	0.38	0.29	0.31	964	371	300	200	195	0.9	4.4	0	26

名称	W/C	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
		水	セメント	細骨材	高性能AE減水剤	増粘剤
M	0.30	205	684	1369	4.6	0.6

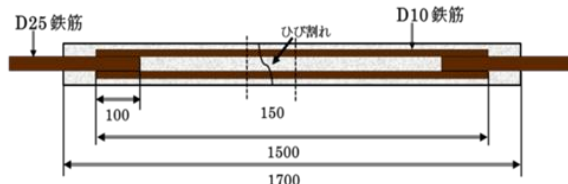


図-2 梁部材概要

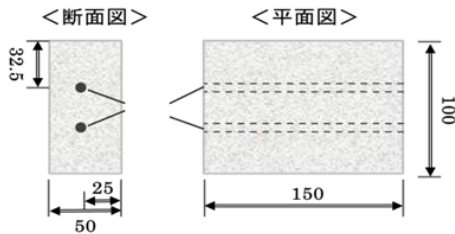


図-3 切出し供試体概要

### 3. 鉄筋防食性に関する実験

#### 3.1 配合および供試体概要

使用材料および配合は表-1 と同じものを用いた。供試体概要を図-2 に示す。梁部材は1配合につき2体ずつ作製し、一軸引張載荷にてひび割れを導入した後、梁部材1体につき長さ150mmの寸法で供試体を2体切り出して供試体とした。

#### 3.2 実験概要

供試体切断面の鉄筋が腐食するのを防ぐため、エポキシ樹脂を供試体側面4面に塗布した。鉄筋腐食を十分に進めるために、2.2 と同様の乾湿繰返し環境下に2ヵ月間置いた後に、供試体内部の鉄筋の腐食状況、塩分浸透度を確認した。

#### 3.3 実験結果および考察

図-4 に各供試体の最大塩分浸透深さを示す。

PEPV 繊維を用いた供試体は他の HPRCC の供試体より最大塩分浸透深さが大きかった。これは PEPV 繊維を用いた供試体は他の HPRCC 供試体と比べてひび割れ幅は同程度であったが、ひび割れ本数が多いこと、ひび割れ間隔が狭いことが理由に考えられる。各ひび割れのつながりが多くなり、塩分が浸透しやすい状況であったと考えられる。また PVA 繊維を用いた供試体は PE 繊維を用いた供試体よりも最大塩分浸透深さが大きかった。これは PVA 繊維を用いた供試体はひび割れ幅が大きかったこと、PVA 繊維は PE 繊維に比べ、繊維の架橋効果が小さく、奥部でのひび割れ幅が大きいために理由として考えられる。

表-2 に腐食面積率を示す。PEPV-300 の供試体は腐食面積が大きく、モルタル供試体よりもその値は大きかった。これは PEPV-300 の供試体が複数箇所から塩化物イオンが侵入しているため広い範囲で鉄筋が錆びたためと考えられる。モルタル供試体はす

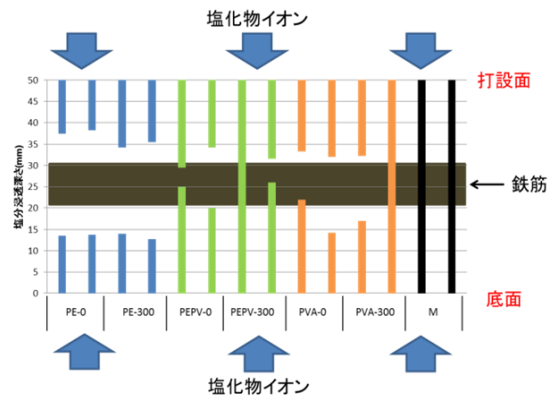


図-4 最大塩分浸透深さ

表-2 鉄筋腐食面積率

名称	供試体番号	腐食面積(cm <sup>2</sup> )		腐食面積率(%)	
		上	下	上	下
PE-0	1	—	—	—	—
	2	—	—	—	—
PE-300	1	—	—	—	—
	2	—	—	—	—
PEPV-0	1	—	—	—	—
	2	—	—	—	—
PEPV-300	1	5.5	5	11.7	10.6
	2	4.5	1.5	9.5	3.2
PVA-0	1	—	—	—	—
	2	0.6	0.3	1.3	0.6
PVA-300	1	—	3.4	—	7.2
	2	3	3.5	6.38	7.44
M	1	2.9	4.2	6.2	8.9
	2	4.2	6.6	8.9	14

べて鉄筋が錆びていた。これは M 配合では最大塩分浸透深さが全面であるため、塩化物イオンが容易に侵入し鉄筋を腐食させたと考えられる。

### 4. まとめ

#### (1) 物質侵入抵抗性についての検討

- ① HPRCC に侵入した塩化物イオン量は、PEPV 繊維が PE 繊維に似た傾向を示した。
- ② PE 繊維を用いた供試体より PVA 繊維を用いた供試体より塩化物イオン量が低かった。ひび割れ幅が塩化物イオン量に与える影響はなかった。

#### (2) 鉄筋防食性能についての検討

- ① PEPV 繊維を用いた供試体と M 配合の供試体は鉄筋の腐食面積率が大きかった。
- ② PE 繊維、PVA 繊維を用いた供試体は PEPV 繊維を用いた供試体と M 配合の供試体より鉄筋腐食面積率が低く、鉄筋防食機能が高いと言える。

### 参考文献

- 1) 土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料設計・施工指針(案)，コンクリートライブラリー127，2007.3
- 2) Koichi Kobayashi, Takahiro Izuka, Hoshito Kurachi, Keitetsu Rokugo : “Corrosion protection performance of High Performance Fiber Reinforced Cement Composites as a repair material”. Cement & Concrete Composites, vol 32: pp 411-420, 2010

