

# 高靱性セメント複合材料のひび割れ部における透水性の検討

## Study on Water Permeability of ECC with Multiple Cracks

○坂田 昇<sup>\*</sup>, 平石剛紀<sup>\*</sup>, 渡嘉敷勝<sup>\*\*</sup>, 増川 晋<sup>\*\*</sup>, 長束 勇<sup>\*\*\*</sup>

SAKATA Noboru<sup>\*</sup>, HIRAISHI Masanori<sup>\*</sup>, TOKASHIKI Masaru<sup>\*\*</sup>, MASUKAWA Susumu<sup>\*\*</sup>, NATSUKA Isamu<sup>\*\*\*</sup>

### 1. はじめに

高靱性セメント複合材料(以下,ECC)は,混入される短繊維の補強効果により,優れたひび割れ分散性能を示し,ひび割れ幅が微細な幅に抑制される材料である.農業用水路では,特に目地部からの漏水が問題となるが,ひび割れ追従性に優れ,微細ひび割れが複数生じる ECC を補修材料として用いることで,目地部からの漏水が抑制できると考えられる.そこで,本研究では,ひび割れ部における ECC の透水性について普通モルタルとの比較を行うことで検討した.

### 2. 試験方法

写真-1 にひび割れ導入(割裂試験)の状況を,写真-2 に透水試験の状況を示す. 100mm×厚さ 15mm の試験体に基長 40mm の ゲージを設置し,設定したひずみまで,割裂試験によりひび割れを導入した.ひび割れ幅および長さを測定した後,水頭差により 15kPa の圧力を作用させて透水試験を行った.なお,試験は,ECC(水結合材比 32%,高強度 PVA 繊維 2.1Vol.% 混入)と比較用のモルタル(水セメント比 50%, 1:3 モルタル)について実施した.

試験体配列を表-1 に示す.ECC の割裂試験においてひび割れ導入ひずみを 3 水準とり,モルタルは ECC の水準に合わせてひび割れ幅を設定した.対象ひび割れ幅とは,ゲージの基長である 40mm に初期導入ひずみを掛けた長さである.

### 3. 試験結果

表-2 にひび割れ測定の結果を示す.ECC では,モルタルに比べひび割れ幅が小さく,ひび割れ長さが長く(ひび割れ本数が多い)なっていることが分かる.

図-1 および図-2 に,ECC およびモルタルの時間当たりの透水量 - 時間関係を示す.

図-1 より,E-1000 は透水開始直後に透水量がほぼ一定の値となっている.E-2000,E-5000

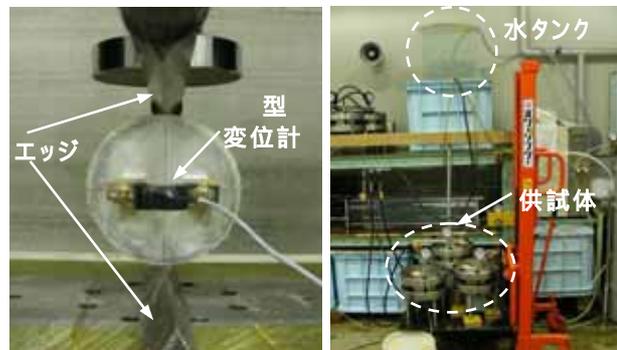


写真-1 割裂試験状況  
Splitting Test

写真-2 透水試験状況  
Water Permeability Test

表-1 試験体配列  
Outline of Water Permeability Test

ケース	材料	初期導入ひずみ (μ)	対象ひび割れ幅 (mm)
E-1000	ECC	1000	0.04
E-2000		2000	0.08
E-5000		5000	0.20
M-1000	モルタル	-	0.04
M-2000		-	0.08
M-5000		-	0.20

表-2 ひび割れ幅測定結果の一例  
Number and Width of Cracks

ケース	ひび割れ本数 (本)	平均ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ長さ (mm)
E-1000	1	0.023	73.1
E-2000	2	0.033	142.9
E-5000	4	0.054	214.8
M-1000	1	0.038	81.3
M-2000	1	0.080	80.9
M-5000	1	0.321	81.0

<sup>\*</sup> 鹿島建設技術研究所, KAJIMA Technical Research Institute,

<sup>\*\*</sup> 農村工学研究所, National Institute for Rural Engineering,

<sup>\*\*\*</sup> 島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University,

キーワード: ひび割れ, 透水, 高靱性セメント複合材料, 補正式

とひび割れ幅および長さが大きくなると透水量が一定となるまでに時間を要するが、1日程度でほぼ一定となった。ひび割れ導入ひずみが大きくなることで、透水開始直後の透水量は多くなるが、時間と共に減少し、ほぼ一定量になると ECC 全体の差は小さくなった。

図-2より、ひび割れ幅が ECC と同等である M-1000 は、ECC と同様に透水開始後に透水量の減少が起きている。しかし、ひび割れ幅の大きい M-2000、M-5000 は透水量が多くなり、時間経過による透水量の減少もほとんど見られなかった。

次に、ひび割れからの透水量の算出方法として一般に用いられている式(1)に実験値を当てはめ、補正係数 C(ひび割れの部材内部での曲がりやひび割れの表面粗さの影響を考慮する係数)を算出した。ひび割れ幅には表-2の平均ひび割れ幅を用いた。

$$Q = C \cdot \frac{PB}{12\mu L} W^3 \dots \dots \dots (1)$$

ここで Q : 試験開始 1 時間後のひび割れからの透水量 (g/s), P : 水圧(15Pa), B : ひび割れ長さ (cm),  $\mu$  : 水の粘性係数(=  $1.138 \times 10^{-3} \text{Pa}\cdot\text{s}$ ), L : コンクリート厚さ(15cm), W : ひび割れ幅(cm), C : 補正係数である。

C を解析することで、式(2), (3)のような近似式が得られた。図-3, 4 に補正係数 - ひび割れ幅関係を示す。図-3 より、ECC の場合でも既往の実験と同様に補正係数はひび割れ幅が大きくなるほど小さくなる傾向を示した<sup>1)</sup>。また、本検討から得られた ECC の補正係数は 0.815 と比較的高い相関を示した。

ECC の補正式

$$C = 8.92 \times 10^{-6} \cdot x^{-2} + 2.06 \times 10^{-3} \quad (R=0.818) \quad (2)$$

モルタルの補正式

$$C = 5.20 \times 10^{-6} \cdot x^{-2} + 2.70 \times 10^{-2} \quad (R=0.065) \quad (3)$$

#### 4. 結論

ECC は、部材に大きな変形が作用してもひび割れが分散するため、ひび割れ幅が小さくなり、1本のひび割れが大きくなるモルタルに比べ、透水量は少なくなることが確認された。また ECC についてひび割れ幅と高い相関を持つ補正係数 C に関する式を得た。

#### 参考文献

1) 壹岐直之ほか：沈埋トンネル側壁のひび割れからの漏水と自癒効果の確認実験，コンクリート工学年次論文報告書，Vol.17，No.1，pp737-742，1995

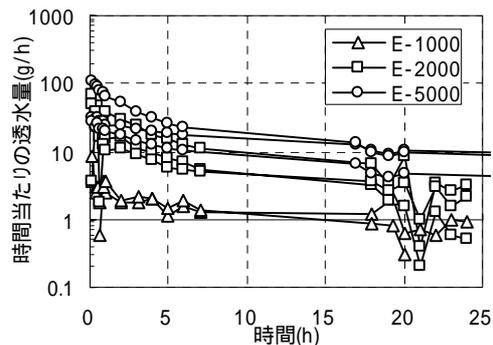


図-1 時間あたりの透水量と経過時間 (ECC)  
Time History of Water Penetration Results in ECC

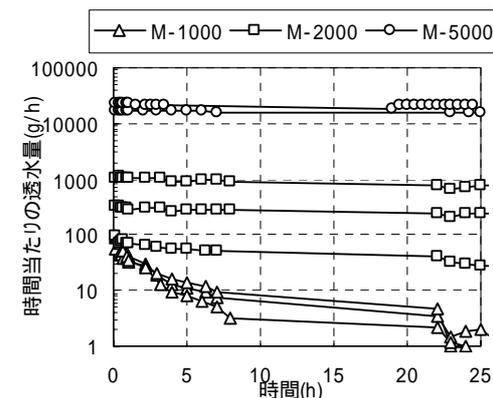


図-2 時間あたりの透水量と経過時間 (モルタル)  
Time History of Water Penetration Results in Mortar

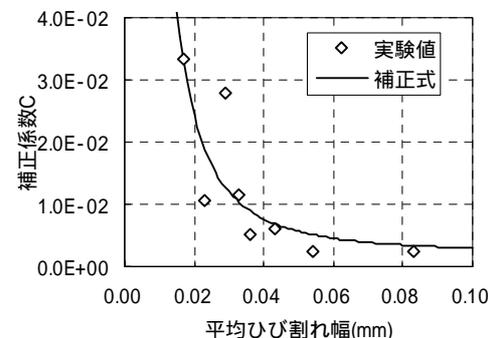


図-3 補正係数 C とひび割れ幅の関係 (ECC)  
Influence of Crack Width on Correction Coefficient in ECC

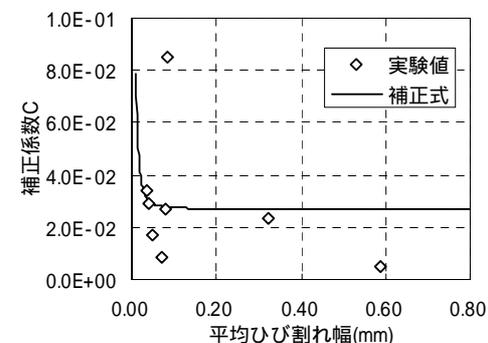


図-4 補正係数 C とひび割れ幅の関係 (モルタル)  
Influence of Crack Width on Correction Coefficient in Mortar