

# 高靱性セメント複合材料が有するひび割れ分散性の透水量低減効果 Leakage reduction effect by multiple cracking feature of ECC

上野和広<sup>\*</sup>, 長束勇<sup>\*\*</sup>, 石井将幸<sup>\*\*</sup>, 野中資博<sup>\*\*</sup>

UENO Kazuhiro<sup>\*</sup>, NATSUKA Isamu<sup>\*\*</sup>, ISHII Masayuki<sup>\*\*</sup> and NONAKA Tsuguhiko<sup>\*\*</sup>

## 1. はじめに

ひび割れの発生や躯体表面粗度の悪化といった各種変状により水理機能の低下を生じた農業用水路では、その機能回復を図る対策として、表面被覆工法の適用が有効であると考えられている<sup>1)</sup>。しかし、水路躯体にひび割れが存在する状態で表面被覆工法を適用した場合、温度変化に伴うひび割れ幅の変動により、被覆材料に割れが発生する場合がある(ゼロスパン現象)。農業用水路では建設材料としてコンクリートが多用されており、水路躯体はひび割れを有している可能性が高い。したがって、農業用水路に適用される表面被覆工法にはゼロスパン現象に対する抵抗性が求められる。

本研究では、ゼロスパン現象に対する抵抗性として、ゼロスパン現象発生後においても表面被覆工法に求められる機能を維持するといった観点から、高靱性セメント複合材料(ECC)に注目した。ECCとは、モルタル中に繊維を分散させたセメント系材料であり、初期ひび割れ発生後も繊維がひび割れをまたぎ応力を伝達することから、多数の微細ひび割れが発生する<sup>2)</sup>。ひび割れからの透水量はひび割れ幅の3乗に比例するとされていることから<sup>3)</sup>、ひび割れ幅を抑制することによる透水量の低減効果は大きく、ゼロスパン現象発生後においても水密性等の機能を維持できると考えられる。割裂により模擬的にゼロスパン現象を発生させたECC供試体の透水試験を行い、ひび割れ分散性による透水量の低

表-1 ECCの標準的な配合

Standard mix proportion of ECC

水結合材比 W/B(%)	砂結合材比 S/B(%)	単位水量 W(kg/m <sup>3</sup> )	繊維体積率 Vf(%)
32.0	41.3	360.0	2.0

減効果について評価した。

## 2. 実験の概要

実験には表-1に示す配合のECCを用い、供試体の作製は吹付けにより行った。供試体形状は100mm×30mmの円盤型である。ひび割れの導入は割裂により行い、割裂直交方向に設置したひずみゲージが変位0.1mmを記録するまで載荷した。その後、ひび割れの幅および長さを測定し、水頭差1.0mの定水位法による透水試験を実施した。透水量の測定は、供試体からの流出水を電子はかり上に設置したカップへ滴下させることにより行い、その重量から流量を算出した。

## 3. 結果と考察

表-2にひび割れの発生状況を示す。いずれの供試体についても、ひび割れが多数発生しており、ひび割れ分散性を確認できる。また、ひび割れ幅の範囲は0.004~0.030mmであり、割裂時における変位0.1mmと比較して非常に小さい値となっている。

続いて、透水試験の結果を図-1に示す。図-1を見ると、各供試体間で透水量に差があることが確認でき、これは割裂時の変位を等しくしても、ひび割れの発生状況に相違が生じたためであると考えられる。ひび割れからの

<sup>\*</sup>島根大学大学院生物資源科学研究科, Graduate school of Life and Environmental Science, Shimane University,

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

キ-ワ-ド: ゼロスパン現象, 高靱性セメント複合材料(ECC), ひび割れ分散性,

表-2 ひび割れ発生状況  
State of cracking

供試体No.	No.1	No.2	No.3	
割裂時変位 (mm)	0.119	0.103	0.107	
ひび割れ幅 (mm)	min	0.010	0.006	0.004
	max	0.026	0.024	0.030
総ひび割れ長 (mm)	358.8	257.1	315.7	
ひび割れ 本数	A面	5本	3本	8本
	B面	3本	3本	1本
$bw^3$ (mm <sup>4</sup> )	$6.4 \times 10^4$	$2.2 \times 10^4$	$1.7 \times 10^4$	

透水量は(1)式で与えられる<sup>3)</sup>。

$$Q_{cid} = \frac{\gamma_w}{12a\mu_w} bw^3 \frac{h}{L} \quad (1)$$

ここに、 $Q_{cid}$ ：透水量(m<sup>3</sup>/s)、 $w$ ：ひび割れ幅(m)、 $b$ ：ひび割れ長(m)、 $\gamma_w$ ：水の単位重量(N/m<sup>3</sup>)、 $\mu_w$ ：水の粘性係数(Ns/m<sup>2</sup>)、 $a$ ：ひび割れ内部の影響を考慮する係数、である。本実験はいずれの供試体についても同条件で透水試験を行っており、(1)式において異なるのは  $b$  および  $w^3$  である。そこで、各供試体について  $bw^3$  の値を算出した。計算値は表-2 に示すとおりである。これを見ると、透水量の多い供試体ほど  $bw^3$  の値が大きくなっており、ひび割れの発生状況による透水量の変化を確認することができる。ここで、ひび割れ分散性を発揮しなかった場合、つまり 0.1mm のひび割れが 1 本発生した時の  $bw^3$  の値を算出すると、0.086 となる。この値は本実験における  $bw^3$  の値と比べ約 250 倍であり、ひび割れ分散性が透水量を約 1/250 に低減させたことを意味している。

また、図-1 からひび割れからの透水量が透水時間の経過に伴い減少することを確認できる。実験開始後約 50 時間経過後にはほとんど透水が認められなくなっており、水密性が回復された。これは、セメント系材料に特有の性質である自己修復性の発揮、あるいはひび割れ幅が微細であることに起因するフィルター効果によるものであると考えられる。つまり、ECC はひび割れ分散性による透水量低

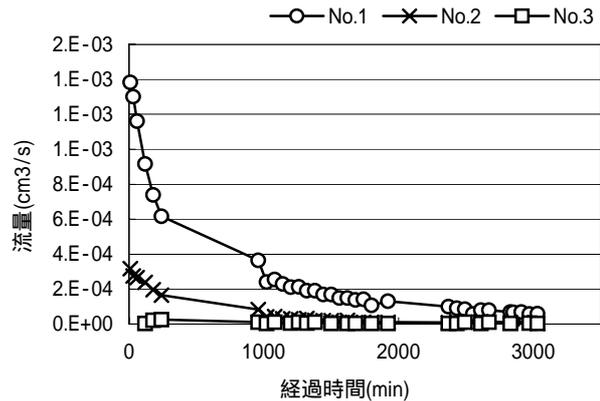


図-1 単位時間当たり透水量の経時変化  
Change with time of leakage

減効果に加え、自己修復性もしくはフィルター効果を発揮し、たとえロスパン現象発生後に水密性の低下を生じたとしても、自らその回復を行うことが可能であると考えられる。

#### 4. まとめと今後の課題

本研究により、ECC の有するひび割れ分散性が透水量低減に与える効果が明らかとなった。また、透水時間の経過にしたがって自己修復性もしくはフィルター効果が働き、次第に水密性が回復することも明らかとなった。しかし現段階では、割裂時の変位を 0.1mm とした場合でしか実験を実施しておらず、また、モルタル等のひび割れ分散性を持たない材料との比較を行うにも至っていない。これら各種ケースについては現在実験を実施中であり、発表時までには明らかになった結果についてはすみやかに報告したいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 長束勇ら：コンクリート構造物の補修技術の現状と農業水利分野に適用する際の留意点、農業工学研究所技報第 202 号, pp183-196(2004)
- 2) 坂田昇ら：高靱性繊維補強セメント複合材料の吹きつけ施工システムの開発、鹿島技術研究所年報第 50 号, pp187-190(2002)
- 3) 土木学会：2002 年制定コンクリート標準示方書 [ 施工編 ], pp32-33(2002)