

ひび割れが発生した高靱性セメント複合材料の遮水性能評価

Evaluation on sealing performance of cracked ECC

○土屋拓万*, 上野和広**, 長束勇***, 石井将幸***

TSUCHIYA Takuma*, UENO Kazuhiro**, NATSUKA Isamu***, and ISHII Masayuki***

1. はじめに

日本に存在しているため池の数は約 23 万個にも及んでいる。しかし、老朽化および維持管理の粗放化によって漏水の発生や断面変形などの機能低下が生じている。そこで、適切な補修・補強を行って長寿命化を図ることが有効である。現在行われている堤体補修工法の中でも表面被覆工法は他の工法と比較して低コストであり、また堤体を改変せずに施工が可能という利点がある。しかし、表面を被覆する材料の遮水性や長期安定性の点で課題が残されている。

そこで本研究では、表面被覆材としてセメント内に繊維を混入した高靱性セメント複合材料 (ECC ; Engineered Cementitious Composite) に注目した。ECC はひび割れが発生しても繊維がひび割れを架橋することで脆性的な破壊を示さず、微細ひび割れとして分散する特長を持つ。Hagen-Poiseuille の法則に基づけば、ひび割れからの透水量はひび割れ幅の 3 乗に比例する¹⁾ため、ひび割れが複数となっても微細ひび割れの分散効果によって透水量が抑制されると考えられる。既往の研究では、ひび割れが発生した ECC の遮水性について農業用水路を対象とした条件下で検討を行い、ECC がモルタルと比較して優れた遮水性を有することが確認されている²⁾。しかし本研究では堤

高 15m 以下のため池が対象であるため、高水圧条件下における ECC の遮水性について評価する必要がある。そこで本研究では、ひび割れが発生した ECC 供試体を用いて高水圧条件下における透水試験を行った。

2. 実験方法

φ 100mm×20mm の円盤型 ECC 供試体 9 体へ割裂によってひび割れを導入した。供試体両側に取り付けた変位計の平均値が目標値 (0.1 mm、0.2 mm、0.4 mm) になるまで割裂を継続し、ひび割れ導入後にひび割れの幅および長さを計測した。次に、透水試験は堤高 15m 以下のため池が対象であるため、試験水頭差を 1~15m として水頭差を 1m ずつ段階的に上昇させる定水位法を用いた。各水頭差あたりの試験継続時間はダムの実験湛水時の貯水速度を参考に 24 時間とした。透水量の計測は、試験開始から 10 分、30 分、60 分後に実施し、その後は 60 分ごとに計測を行った。さらに、長期遮水性能を明らかにするために、変位 0.4 mm の供試体については水頭差 15m に達した後、水頭を変化させないまま 3 ヶ月間試験を継続した。

3. 実験結果

割裂で発生したひび割れの幅および長さを表-1 に示す。変位の増加につれて平均合計ひび割れ長さが増加したが、平均ひび割れ幅は 0.02~0.04 mm とほぼ変化しなかった。

*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,

**鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate school of Agricultural Science, Tottori University,

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

キーワード: 高靱性セメント複合材料 (ECC), ひび割れ分散性, Hagen-Poiseuille の法則,

表-1 割裂試験結果
Result of splitting test

変位(mm)		0.1	0.2	0.4
平均ひび割れ本数		4	10	22
平均ひび割れ幅(mm)		0.02	0.04	0.02
平均合計 ひび割れ 長さ(mm)	表面	162.47	430.44	1142.39
	裏面	173.94	315.07	576.06
平均		168.21	372.76	859.23

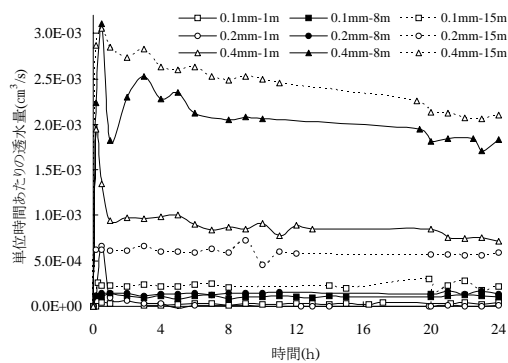


図-1 各水頭の透水量の経時変化

Change with time of leakage on each water level

これは、ひび割れが発生しても ECC 内の繊維がひび割れの間を架橋し、応力が伝達することでひび割れ幅が拡大せずひび割れが複数発生したからである。

次に、透水試験の結果として各変位の水頭差が 1m, 8m, 15m のときの単位時間あたり透水量の経時変化を図-1 に示す。また、図-2 には変位 0.4 mm および水頭差 15m で 3 ヶ月間透水試験を行った結果を示す。図-1 より、変位および水頭差の増大に伴う透水量の増加が確認できる。しかし、時間の経過に伴って透水量が減少して、図-2 では 3 ヶ月経過時点で開始時の約 1/5 まで低減している。これは、セメント系材料に特有な自己修復性や目詰まりによって遮水性が回復したと考えられる。つまり、ひび割れが発生した ECC は、自ら回復して長期遮水性を保持できることが明らかとなった。

さらに、遮水性を評価するために透水係

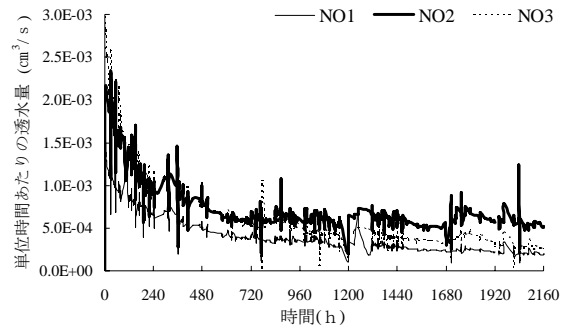


図-2 単位時間あたりの透水量の経時変化(0.4 mm)
Change with time of leakage(0.4 mm)

表-2 試算結果

Result of calculation

変位(mm)	0.4		
経過時間(h)	24	1,080	2,160
水頭差(m)	15		
単位時間あたりの透水量(cm ³ /s)	1.74E-03	4.06E-04	3.22E-04
透水係数(cm/s)	4.65E-07	7.22E-09	5.57E-09

数に換算することを試みた。試算結果を表-2 に示す。アスファルト系材料の透水係数が 10^{-9} cm/s オーダ以下であるのに対し、変位 0.4 mm の供試体は 24 時間経過時点で 4.65×10^{-7} cm/s、3 ヶ月経過時点で 5.57×10^{-9} cm/s とほぼ同程度の遮水性を示しており、ECC はひび割れが発生した場合においてもため池の表面被覆材料として優れた遮水性能を示すことがわかった。

4. まとめ

ため池堤体の表面被覆材として ECC を適用した場合、水頭差が最大 15m という高水圧条件下で ECC にひび割れが生じて、優れた遮水性能を示すことが明らかになった。

- 参考文献
- 1) 土木学会：2002 年制定コンクリート標準示方書 [施工編]、pp.32-33 (2002)
 - 2) 荒木直子ら：高靱性セメント複合材料 (ECC) が有するひび割れ分散性の遮水効果、平成 18 年度土木学会中国支部島根会研究・事例報告会概要集、pp45-46 (2006)