

ECC

鹿島 技術研究所 正会員 ○一宮 利通, 正会員 須田 久美子
 鹿島 技術研究所 閑田 徹志, 正会員 河野 哲也
 鹿島 土木技術本部 正会員 金氏 眞
 鹿島 土木設計本部 正会員 榎本 恵太

1. はじめに

構造物の設計は性能照査型設計法に移行しつつあり, 高耐久性を有する材料や構造の開発が注目されているが, その一つに高靱性を有する短繊維補強セメント材料である ECC (Engineered Cementitious Composite) が挙げられる。ECC は, ひび割れ発生後繊維の架橋効果でひび割れ面の伝達応力が増加することにより引き続き微細なひび割れが無数に生じ, 見かけの引張りひずみ能力が最大数パーセントに達するように設計された材料である¹⁾。ECC を道路橋床版に用いることにより, 床版に生じるひび割れ幅が抑えられ, RC 床版の耐久性が向上することが期待される。本研究では, ECC を RC 床版の埋設型枠として用いることを想定し, ひび割れ分散性能を確認するために梁試験体を用いた静的加力実験を行った。

2. 実験の概要

試験体は, ECC を埋設型枠としてコンクリートを後打ちした試験体 (ECC 試験体), 比較用としてコンクリートを一体打ちした試験体 (RC 試験体) の 2 体を用いた。試験体の配筋図を図 - 1 に, ECC とコンクリートの材料試験結果を表 - 1 に示す。主鉄筋は D16 を使用しており, 降伏強度は 355MPa であった。試験体の断面高さは 18cm とし, ECC 試験体では埋設型枠を 7cm, 後打ちコンクリート部を 11cm とした。ECC 打設後, 脱型しないで表面が乾燥しないように養生し, 1 週間後にコンクリートを打設した。ECC の表面に特別な処理は行わず, トラス筋のみで ECC と後打ちコンクリートの一体化を図った。また, 配筋条件を同じにするため, RC 試験体にもトラス筋を配置した。

荷重は, 油圧ジャッキを用いた 2 点荷重とし, ひび割れ荷重, 鉄筋降伏荷重およびその間 50kN ピッチで一旦除荷して再荷重する繰り返し荷重とした。荷重はロードセルで計測し, 試験体の中央で鉛直変位, 軸方向鉄筋および圧縮側コンクリートのひずみを計測した。また, せん断スパン区間でトラス鉄筋のひずみを計測した。

3. 実験結果

図 - 2 に荷重と試験体中央の鉛直変位の関係を示す。ECC の方がコンクリートよりも引張強度が大きく, また, ひび割れ発生後も引張を負担することができるため, 荷重 - 鉛直変位の包絡線は ECC 試験体の方が上側となっている。

図 - 2 において, ひび割れ発生までの初期荷重時および各荷重ステップで除荷した後の再荷重時の勾配を求めた結果を表 - 2 に示す。表には, 材

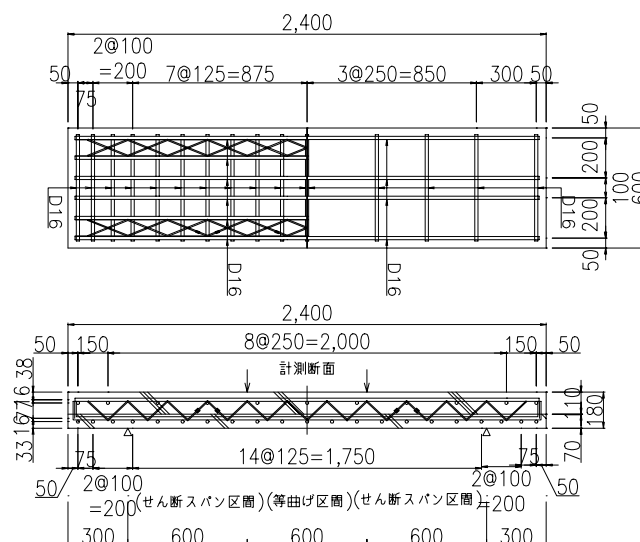


図 - 1 試験体配筋図

表 - 1 材料試験結果

	ECC試験体		RC試験体
	ECC	コンクリート	コンクリート
圧縮強度 (MPa)	42.6	41.6	41.7
降伏強度 (MPa)	3.8	-	-
引張強度 (MPa)	4.4	3.3	4.2
弾性係数 (MPa)	1.6×10^4	2.8×10^4	3.0×10^4

キーワード: ECC, 道路橋床版, 埋設型枠, ひび割れ分散性, ひび割れ幅

連絡先: 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1

TEL 0424-89-7076, FAX 0424-89-7078

表 - 2 再載荷時の勾配の比較

	勾配 (kN/mm)		初期載荷時との比率	
	ECC	RC	ECC	RC
全断面有効計算値	62.0	84.2	-	-
初期載荷時	64.5	74.1	1.00	1.00
ひび割れ荷重載荷後	76.4	86.5	1.18	1.17
50kN載荷後	64.8	64.6	1.00	0.87
100kN載荷後	54.6	41.0	0.85	0.55
150kN載荷後	43.1	34.4	0.67	0.46
200kN載荷後	36.9	31.9	0.57	0.43

料試験による弾性係数を用いた全断面有効の梁モデルにより求めた勾配も参考として示す。ECC はヤング係数がコンクリートの半分程度であるため、ひび割れ発生までは ECC 試験体の方が勾配は小さくなっているが、100kN 載荷以降は ECC 試験体の方が大きくなっている。これは、ひび割れ発生後も ECC が引張応力を負担することにより剛性の低下が小さくなっているためと考えられる。

載荷荷重 200kN (RC 試験体は降伏荷重 198kN) におけるひび割れ図を図-3 に示す。ECC 試験体ではひび割れが分散してひび割れ本数が多くなっているだけでなく、ひび割れ長さも短くなっているのが分かる。

等曲げ区間内の 200mm (図-3 参照) に発生した全てのひび割れ幅を、1/1000mm の精度で計測できる計測器を用いて、梁側面の下端付近で計測した結果を図-4 に示す。RC 試験体では、100kN 載荷時以降ひび割れ本数が増加せず、ひび割れ幅が徐々に増加している。一方、ECC 試験体では、荷重の増加とともにひび割れ本数が増加し、ひび割れ幅は 1 箇所を除いて 0.1mm 以下となっている。ECC 試験体でひび割れ幅が RC 試験体と同程度になっている箇所は直角方向の鉄筋が配置されている位置であり、ECC 打設時に鉄筋の下面で繊維が 3 次元にランダム配置されなかったためと考えられる。

4. おわりに

ECC を床版の埋設型枠として用いることにより、ひび割れの分散性を高めてひび割れ幅を小さく抑えることができ、RC 床版の耐久性が向上する可能性が示された。ただし、繊維が適切に配置されるように、施工方法を工夫する必要がある。

本研究を実施するにあたり、ご指導をいただいた大阪大学松井教授に感謝の意を表します。

[参考文献] 1) 関田：高性能繊維補強セメント材料の設計技術の現状, コンクリート工学 vol.38, No.6, 2000

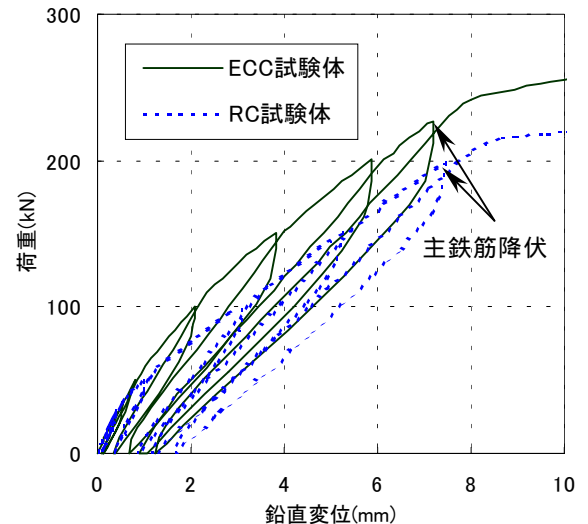


図 - 2 荷重 - 鉛直変位関係

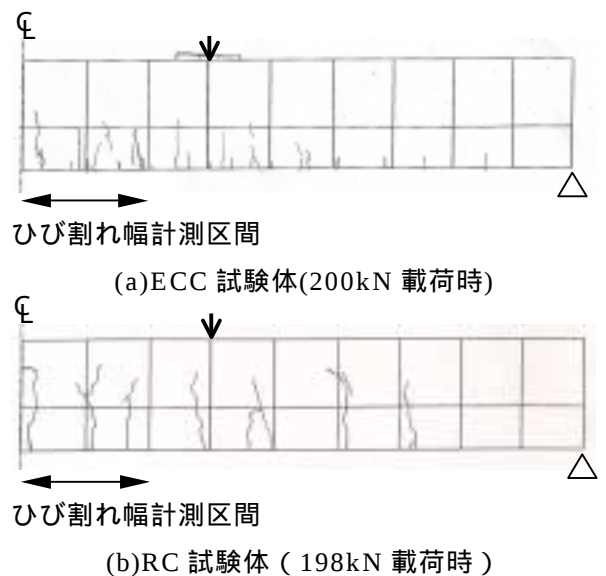


図 - 3 ひび割れ図

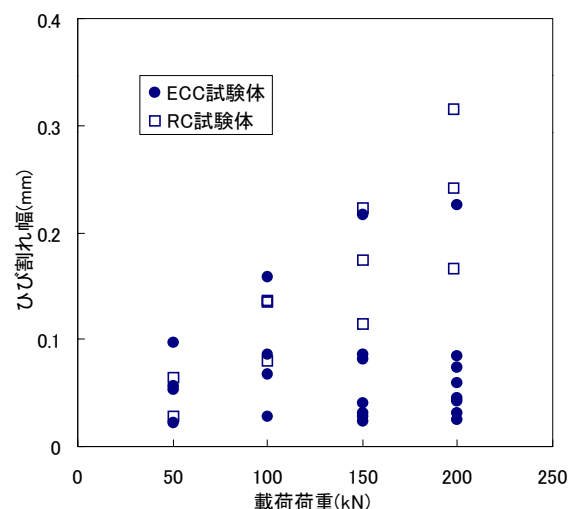


図 - 4 荷重とひび割れ幅の関係