

## 高靱性セメント複合材料を用いたポーラスコンクリート複合版の力学特性

岐阜大学 正会員 ○古川浩司, 伊藤雄輔, 国枝稔, 六郷恵哲  
昭和コンクリート工業(株) 正会員 遠藤友紀雄

## 1. はじめに

環境負荷低減型コンクリートの1つであるポーラスコンクリートの力学性能は、通常のコンクリートを用いた部材のそれに比べ劣るため、構造部材としての適用は困難である場合が多い。ポーラスコンクリートの利用拡大を目的として、RC部材とポーラスコンクリートを組み合わせた複合部材として、その力学性能の向上を試みる研究<sup>1),2),3)</sup>がなされている。本研究では、ポーラスコンクリート部材の性能改善を目的として、中実コンクリート部に高靱性複合材料の一つであるECC(Engineered Cementitious Composites)を使用したポーラスコンクリートRC・PC複合版を作製した。ECCは作用引張応力下でのひび割れ幅が極めて小さいために、耐久性の観点からも利点が大いだと予想される。そこでECCを使用したポーラスコンクリート複合版の破壊特性や力学特性について比較検討を行った。

## 2. 実験概要

## 2.1 供試体概要

ポーラスコンクリート複合版の寸法は、幅200×高さ100×長さ1700mmとした。表-1ならびに図-1に示すようにPC複合版2ケース、RC複合版2ケースとし、各1体作製した。複合版の部材構成は、ポーラスコンクリート部30mm、

中実コンクリート部70mmとした。

中実コンクリート部には、普通コンクリート、ECCの2種類を使用した。普通ポーラスコンクリート用粗骨材には、粒径5~10mmに調整したものを使用した。中実コンクリートとポーラスコンクリートの間に硬練りモルタルを使用した。これらのコンクリートの示方配合ならびに強度、物性試験結果を表-2に示す。ポーラスコンクリートの空隙率は14.8%である。

PC複合版にはアンボンドPC鋼棒φ13(C種1号SWPR1080/1230)を使用し、部材下縁から35mmの位置に1本配置した。RC複合版には異形鉄筋D10(SD295A)を使用し、下縁から20mmの位置に2本ならびに3本配置し、鉄筋量をそれぞれ0.89,1.34%とした。

## 2.2 供試体の作製方法

仕上げならびに力学性状の観点から、ポーラスコンクリートの仕上げ面はできるだけ平滑とすることが望ましい。そのためにポーラスコンクリート表面が型枠底面に接するように上下逆向きに供試体を作製した。

表-1 供試体の種類

呼 称	中実コンクリート部	使用鋼材	鋼材本数
PC-普通 CON+普通 PO	普通コンクリート	PC 鋼棒 φ13	1 本
PC-ECC+普通 PO	ECC		
RC-2D10		異形鉄筋 D10	2 本
RC-3D10			3 本

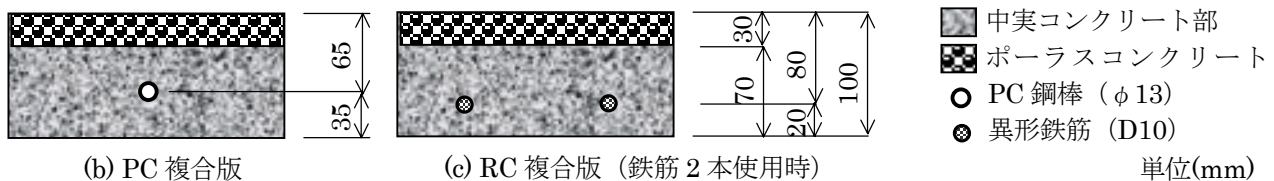


図-1 供試体の種類

表-2 示方配合と物性値

	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )							強度 (MPa)			弾性係数 (GPa)
		W	C	S <sub>1</sub> *1	G <sub>1</sub> *2	F*3	V*4	Ad*5	圧縮	引張	曲げ	
ポーラスコンクリート	31.9	121	378	—	1484*6	—	—	—	21.8	2.2	4.8	23.0
普通コンクリート	50.0	170	340	768	1002	—	—	1.65	49.8	4.0	7.4	31.1
ECC	30.0	1.5	1264	395	—	14.55	0.89	3.00	61.1	7.0	15.6	21.9
硬練りモルタル	45.0	233	518	1556	—	—	—	—	—	—	—	—

\*1 細骨材(川砂, 密度 2.59g/cm<sup>3</sup>, 粗粒率 2.77), \*2 粗骨材(玉砂利, 密度 2.61 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.49, 最大寸法 15mm),

\*3 ポリエチレン繊維(長さ 12mm, 径 12μm, 引張強度 2580MPa, 引張弾性係数 730GPa, 体積混入量 1.5%),

\*4 増粘剤, \*5 AE 減水剤, \*6 粒径 5~10mm にふるい分けた粗骨材を使用

キーワード: ポーラスコンクリート, 複合部材, プレストレス, ECC

連絡先: 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科 Tel: 058-293-2469

二層構造のポーラスコンクリート複合版を作製する場合、各層の境界部には十分な付着性状を付与しつつ、各層はそれぞれ所定の厚さになるよう作製する必要がある。ポーラスコンクリートを所定の厚さ（30mm）に敷ならし、締固めを行った後、ポーラスコンクリートの空隙部分にセメントペーストが流入するのを防ぐために、ポーラスコンクリート上部の空隙を埋める程度（厚さ数 mm）に硬練りモルタルを敷き均した。その後中実コンクリートを充填し締固めを行った。

材齢 2 日ですべての供試体の脱型を行った。その後湿布養生を行い、材齢 16 日で載荷試験を行った。なおプレストレスの導入は載荷試験直前に行った。すべての供試体の載荷は、供試体の上下を反転（打設面を下面、型枠面を上面）させ実施した。

PC 複合版の導入プレストレス力は、鋼材の耐力 165kN（ $132.7\text{mm}^2 \times 1243\text{N/mm}^2$ ）の 73% である 120kN を目標に導入した。プレストレス導入は、センターホールジャッキを用いて片引きにて行った。

### 2.3 載荷試験方法

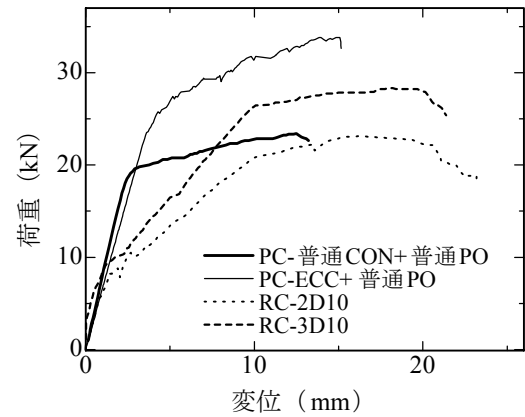
モーメントスパン 300mm、せん断スパン 600mm の 4 点曲げ載荷試験を行い、荷重と載荷点変位を計測した。なお、ひび割れ状況の観察を容易にするため、ポーラスコンクリート部側面に予め石膏を薄く塗った。

### 3. 実験結果

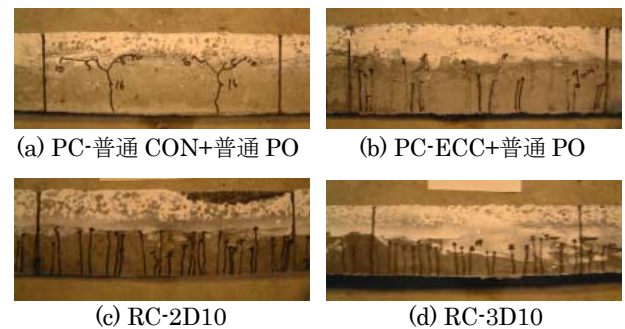
本実験で得られた各供試体の荷重－変位曲線を図－2 に、供試体側面のひび割れ状況写真を写真－1 に示す。またひび割れ発生荷重、最大荷重ならびに除荷後変位を表－3 に示す。すべての供試体において中実コンクリートとポーラスコンクリートの界面部には付着ひび割れは観察されなかった。

普通コンクリートを使用した PC 複合版は、モーメントスパン内に 2 カ所ひび割れが発生した後荷重は伸び続け、最終的には供試体上縁のポーラスコンクリート部で圧縮破壊を起こした。ECC を使用した PC 複合版においては、供試体スパン中央部約 600mm にわたり ECC 特有のマルチプルクラック特性により微細なひび割れが複数発生した。PC 複合版において ECC を使用するとひび割れ発生荷重ならびに最大荷重が約 4 割増加し、またひび割れ発生後は変位が増加するに伴って荷重が増加し続けた。また除荷後はプレストレス力によってひび割れが閉口した。

ECC を使用した RC 複合版においては、PC 複合版の場合よりも多くの微細ひび割れが確認できた。また普通コンクリートを使用した PC 版と比較するとひび割れ発生荷重が約 2,3 割であるにも関わらず、最大耐力は同程度以上となった。これは繊維の架橋作用によ



図－2 荷重－変位曲線



写真－1 ひび割れ状況

表－3 曲げ載荷試験の結果

呼 称	ひび割れ発生荷重 (kN)	最大耐力 (kN)	除荷後変位 (mm)
PC-普通 CON+普通 PO	17	23.4	0.4
PC-ECC+普通 PO	23	33.8	1.8
RC-2D10	5	23.1	14.4
RC-3D10	3	28.3	11.9

り、引張力を負担していることの効果も含まれていると考えられる。

### 4. おわりに

本研究では、ECC を使用したポーラスコンクリート複合版を作製し、力学特性について検討を行った。その結果、ECC を使用した場合は繊維の架橋作用によって無数の微細ひび割れが発生し、ひび割れ発生荷重ならびに最大耐力が増加することから、優れた力学性能が得られることがわかった。

#### 【参考文献】

- 1) 横井克則ら：2 層構造ポーラスコンクリートはりの曲げせん断性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.1，pp.151-156，2001.7
- 2) 古川浩司ら：ポーラスコンクリートを用いた RC 複合版の作製方法に関する基礎的研究，土木学会第 56 回年次学術講演会第 5 部，pp.464-465，2001.10
- 3) 古川浩司ら：ポーラスコンクリートを用いた RC 複合版の作製方法と力学性能，第 16 号中部セメントコンクリート工学論文集，pp.63-68，2001.11