

## 高機能セラミック材料による RC 床版断面 修復の補強効果実験

正会員 小出 博

キーワード

高機能セラミック 引張強度 付着強度

### 1. はじめに

我が国は 2011 年の東日本大震災において相当数の供用建築物が被害を受け、補修は基より耐震化への要求が強くなっている。また高齢化社会が加速度をもって進む中で供用建築物の長寿命化及び耐震化が喫緊の課題である。我々は建築構造物の補修・補強について高機能セラミックを利用し建築構造物の補強効果への適用を試みている。ここで定める高機能セラミック材料は基材として酸化マグネシウムと二水素リン酸カリウム他で構成される金属酸化物である。本材料は水のみで酸塩基反応により硬化し無収縮にてコンクリートや鋼と強く付着し一体化すると共に高強度の性能を有する。材料の基本力学特性を表 0 に示す。

表 0 既往実験結果

圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	58.7~62.1
曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )	12.9~23.1
引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	3.3~6.0
割裂強度 (N/mm <sup>2</sup> )	3.3~4.1
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.02~2.04

### 2. 実験の目的と方法

高機能セラミック材料はポリマーモルタルを含むセメントモルタル材料に比べて高い引張り強度を

持つことは確認されており、老朽化した RC 床版への補修・補強効果が期待できる。今回の実験目的は建築物で一般的に使用される RC 床版模擬体に荷重実験しひび割れ発生までの状態を作る、その後高機能セラミック材を引っ張り面に増厚打設し補強効果を確認する。また荷重後の RC 母材と増厚した高機能セラミック材との付着状態を計測し一体化状況をみる。

#### 2-1 RC 床版試験体仕様

- ・外寸 3000×600×120mm
- ・背筋ピッチ 170mm
- ・配合 表 1 参照
- ・養生 28 日

#### 2-2 断面修復材

- ・高機能セラミック (水比 18%)
- ・打設厚 約 10mm 図 1 参照
- ・養生 7 日

本材料は早強性材料につき 6 時間内で実用強度になるが今回は養生 7 日とした。

#### 2-3 実験方法

- ・曲げ試験 静的曲げ試験法 JIS-A1106 準拠 (中央点荷法) とし 50N 毎に荷重を掛ける。変位量計測及びひび割れ発生状況を目視にて観察する。図 2 参照

表 1 ベース RC の示方配合

Gmax (mm)	スランプ Cm	W/Cw (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (k g / m <sup>3</sup> )				
					W	C	S	G	M
20	15	55.1	4.5	44.5	168	305	793	994	3.335

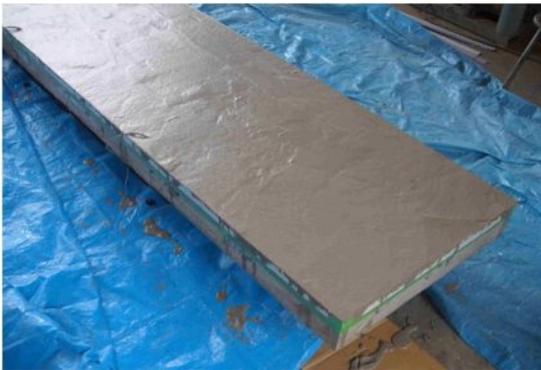


図1 増厚補修



図2 荷重試験装置

### 3. 実験結果

#### 3-1 ひび割れ発生状況

補修前 RC 床版のみでは 900N 荷重時に約 0.2mm 幅のひび割れが発生した。高機能セラミック材補修後では 2180N 荷重時にひび割れ発生は確認できたが、

0.1mm 幅未満の目視では確認困難なものであった。

別の RC 床版のみでは約 1200N で 2~3mm 幅以上のひび割れが発生し、鉄筋屈曲状態までになった。

#### 3-2 変位

荷重量に対し変位は補修前後とも比例関係である。補修前は 900N 荷重時に約 0.1mm 幅のひび割れ発生が確認でき、この時点にて荷重を中断し高機能セラミックにて補修した。この時の補修厚さは約 10mm とした。補修後では 2180N 荷重時 38mm の変位量を示した。また層間剥離が無く一体化し RC 床版では想定できない靱性結果が出た。図 3 参照

また図 4 に補修前相当 RC 床版及び補修後 RC 床版の応力・荷重の相関を示す。特徴として、補修前では 900N から 2 次曲線的に増えるのに対し補修後では 2180N まで直線的に増えている。

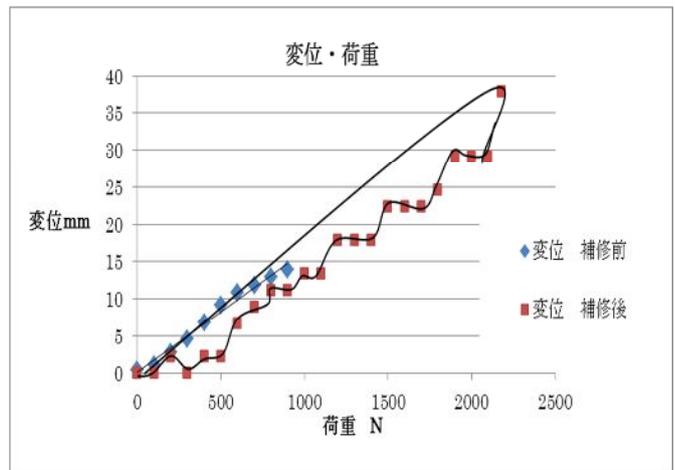


図3 荷重量と変位

#### 3-3 付着

荷重実験後、補修材料と RC 床版間の付着強度を測定した、測定部は背筋位置 (A) 4 か所及び無背筋位置 (B) 4 か所とし結果を表 2 に示す。本結果中 RC 床版母材破壊が 4 か所見られたが平均値で背筋位置 2.03N/mm<sup>2</sup>、無背筋位置で 1.50N/mm<sup>2</sup>の結果となり概ね強い付着性が維持されている。

#### 4 考察

老朽化 RC 床版の長寿命化を図る方法としてポリマー系セメント材料や一般モルタル材による増厚で補修をしている場合が一般的であるが、RC 床版老朽化原因の引張強度性能において十分な性能を得ることはできなかった。本報告では高機能セラミックで RC 床版を補修することにより、約 2 倍の引張強度と高い靱性性能が確認できた。また曲げ試験後の付着性能結果によって RC 床版と高機能セラミックが一体化し高強度材になることも確認できた。

高機能セラミック単体（幅 151mm×厚 24mm）では引張強度約 4 N/mm<sup>2</sup>、伸び歪約 600×10<sup>-6</sup> 程度を検証している。図 6 参照

機能セラミックは既に土木構造物である橋梁床版等の補修についても実績を有しており、今後増え続ける建築構造物の長寿命化材料として期待できるものである。本材料については既に力学的性能の他にも防蝕性としての効果等についても研究成果が発表されており、建築構造物の補修・補強材料として多くの期待が持てるものである。

#### 5 今後の課題

本材料は建設市場において補修・補強材料として高い評価を得つつ多くの分野に利用し始めている。更に利用分野を広めることから以下の課題があげられる。

- ・建築構造物としての多くの実施
- ・耐力壁の利用を目的としたせん断強度試験他等

本実験実施にあたり日本大学生産工学部土木工学科教授河合様及び研究生に試験の協力及び指導を頂きました。本紙をもって謝意を示します。

本実験計画は株式会社イーグル・ヴィジョン技術顧問石丸麟太郎氏の協力を以て実施した。

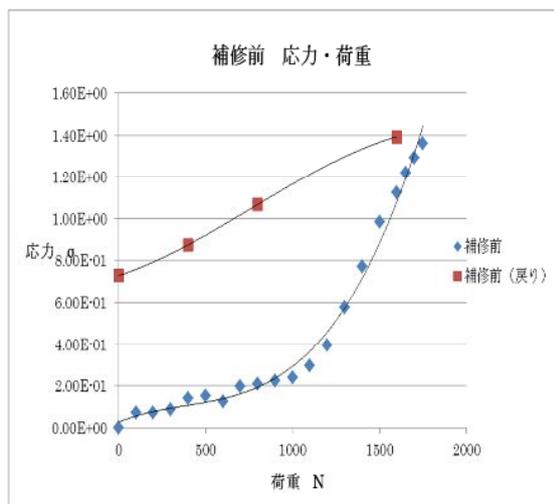


図 4 荷重と応力（補修前）

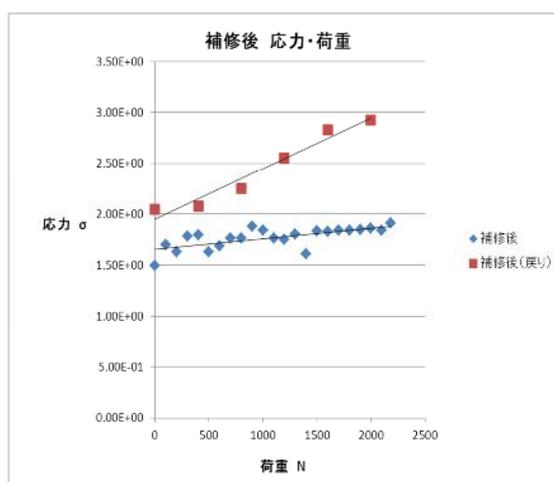


図 5 荷重と応力（補修後）

表 2 付着試験結果

番号	実測値 KN	付着強度 N/ mm <sup>2</sup>	母材破壊有 無
A1	3.06	1.91	無し
A2	3.92	2.45	無し
A3	3.18	1.99	有
A4	2.84	1.78	有
平均		2.03	
B1	2.27	1.42	無し
B2	2.34	1.46	有
B1	2.27	1.42	無し
B4	2.70	1.69	有
平均		1.50	

## 6 参考文献

- Condition improvement of deteriorating bridge by using high performance ceramic material  
2010 International Association for Bridge Maintenance and Safety  
Philadelphia US T. Yamagami
- 高機能セラミックを使用した橋梁の補修方法  
2011年日本土木学会年次大会 松田他
- 腐食損傷を有する鋼部材に対するセラミック系材料の引張付着強度に関する基礎的研究  
2011年日本土木学会年次大会 加藤他
- 高機能セラミックの伸び歪に関する実験的研究  
2011年日本建築学会学術講演 小出他

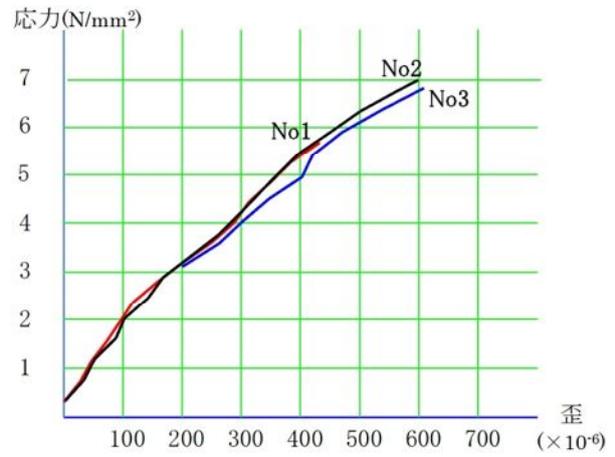


図6 応力・歪曲線