

# 中空微粒子混和補修材によるひび割れコンクリートの補修効果評価法の開発

## Development of Repair Effect Evaluation Method for Concrete Crack using Resin Material with Hollow Fine Particle

○大橋純\*・萩原大生\*\*・島本由麻\*\*\*・藤井伸之\*\*\*\*・小嶋篤志\*\*\*\*・須田翼\*\*\*\*・鈴木哲也\*\*\*\*\*

Jun Ohashi, Taiki Hagiwara, Yuma Shimamoto, Nobuyuki Fujii, Atsushi Kojima, Tsubasa Suda and Tetsuya Suzuki

### 1. はじめに

コンクリート構造物は、ひび割れ損傷の発生に伴い、強度低下や劣化因子の侵入による鉄筋腐食が生じ、耐久性が低下するため補修が必要である。ひび割れ補修には、樹脂注入工法が提案されている。ひび割れ注入用樹脂の要求性能として充填性、材料強度、接着強度、および変形追従性が提示されている<sup>1)</sup>。筆者らは、樹脂に微細な中空粒子を混和し、物性改善を目的とした実証的研究を進めている。本研究では、コンクリート-中空微粒子混和樹脂複合材に対して、割裂引張強度試験やデジタル画像相関法などによる力学特性評価を試みた結果を報告する。

### 2. 実験・解析方法

供試体は JIS1132 : 2014 (コンクリートの強度試験用供試体の作り方) に準じて、コンクリート・コアを作製した。この供試体を無損傷供試体と呼ぶ。作成した無損傷供試体に割裂ひび割れを入れ、そのひび割れに樹脂注入工法を適用した。この供試体を樹脂注入供試体と呼ぶ。ひび割れ注入材用樹脂は東邦アーステック製の中空微粒子混和軟質樹脂 SX-657 (HPG)、硬質樹脂 SX-658 (CP) および軟質樹脂 SX-659 (HP) を使用した。無損傷供試体と樹脂注入供試体に割裂引張強度試験 (JIS1113 : 2018) と 2 つの CCD カメラ

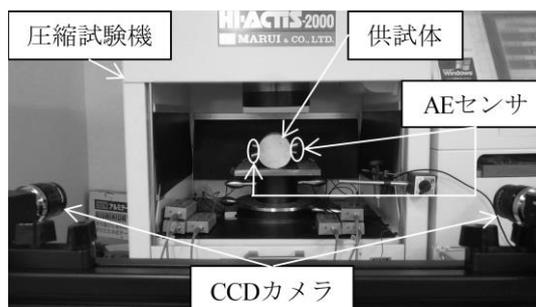


図-1 実験状況

で撮影を行った。その際に応力、ひずみ、Acoustic Emission (AE) および可視画像を測定・撮影した。実験の状況を図-1 に示す。解析は応力ひずみの関係から初期接線弾性係数、AE データから主破壊点推定<sup>2)</sup>により重心ひずみエネルギーおよび画像からデジタル画像相関法により最大主ひずみを解析的に求めた。初期接線弾性係数は強度を評価する指標である。重心ひずみエネルギーは主破壊が起きるまでなされた仕事であり、損傷度を評価する指標である。最大主ひずみで変形追従性を評価するために、ひび割れが発生する直前の変形を捉えているデータ (最大主ひずみ 0.0014 以上の平均値) を用い、変形が最大となる点の値 (本研究では、変形追従量と定義) で評価した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 樹脂性能評価

\*株式会社福田組土木部 (元新潟大学) Dept. of Civil Engineering, Fukuda Corp.

\*\*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science of Technology, Niigata University.

\*\*\*北里大学獣医学部生物環境科学科 School of Veterinary Medicine, Kitasato University.

\*\*\*\*株式会社福田組技術部 Dept. of Engineering, Fukuda Corp.

\*\*\*\*\*新潟大学自然科学系 (農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University.

キーワード: 補修材, コンクリート-樹脂複合材, 中空粒子, 割裂応力場, AE, DICM

重心ひずみエネルギーと変形追従量の関係を図-2 に示す。グラフ上で右上にプロットされるほど、強度性および変形追従性が高くなることを表している。強度性は樹脂注入供試体 (CP) が一番高いが、変形追従量は樹脂注入供試体 (HPG) が最も高いことが確認された。樹脂単体での性能試験では、伸び率は HPG が 29% で、HP が 33% であるため HP の方が変形を許容するという評価であったが、樹脂 - コンクリート複合材として考慮した場合、の変形追従量は樹脂注入供試体 (HPG) の方が高いことが確認された。このことから、HPG は CP と比較し、強度性は低いが変形追従性が最も高いと推察される。

### 3.2 破壊挙動評価

重心ひずみエネルギーと初期接線弾性係数の関係を図-3 に示す。図中の相対値とは無損傷供試体の値を 1.0 とした時の樹脂注入供試体の評価値を表している。つまり、相対値が 1.0 に近づくほど無損傷供試体に力学特性が近づくことを示している。グラフ上で右上にプロットされるほど強度性は高くなる。

検討の結果、樹脂注入供試体 (CP) では、強度性が最も高くなっているがコンクリートの健全部に破壊が生じてしまう被着体破壊が確認された。樹脂注入供試体 (HPG) と樹脂注入供試体 (HP) は樹脂部や樹脂-コンクリート界面で破壊する接着破壊が確認された。樹脂注入供試体 (HPG) と樹脂注入供試体 (HP) を比較すると、樹脂注入供試体 (HPG) の強度性が高かった。HPG はコンクリートの健全部を傷つけることなく、強度性が高い補修材であると確認された。

### 4. まとめ

樹脂 - コンクリート複合材において中空微粒子を混和させることで力学特性の改善効果が確認された。CP では樹脂強度が高いことから被着体破壊が顕在化した。HPG では接着破壊が確認され、HP と比較して変形追従性の向上が確認された。これらのことか

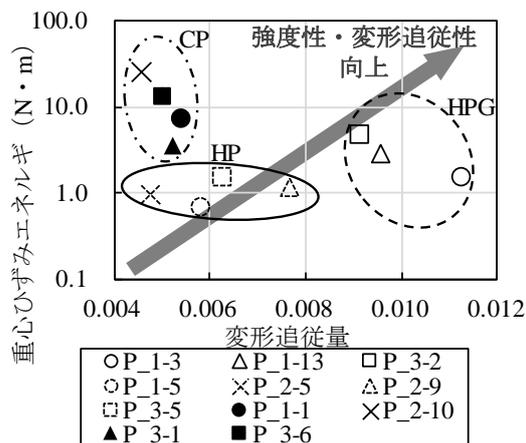


図-2 樹脂性能評価

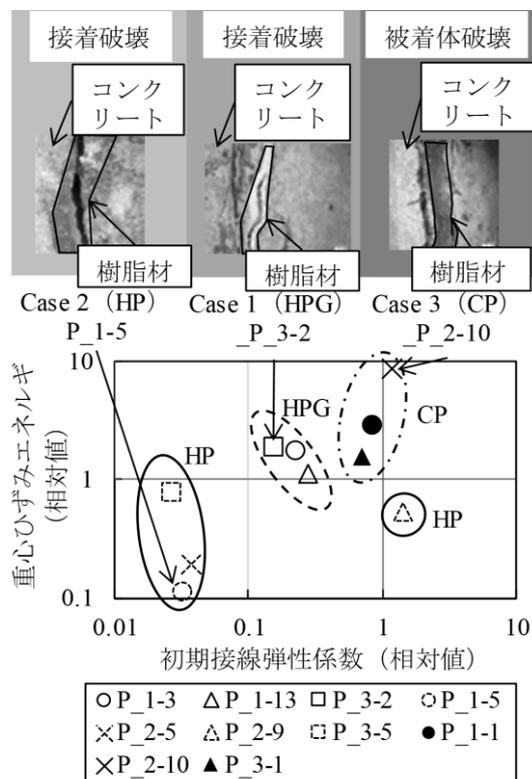


図-3 樹脂注入供試体の破壊挙動評価

ら、樹脂に中空微粒子を混和させることにより、接着破壊範囲での力学特性の改善が実現できるものと考えられる。

### 参考文献

- 1) 国立研究開発法人土木研究所：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル，pp. IV・4-IV・13，2016.
- 2) Suzuki, T. and Shimamoto, Y. : On-site damage evaluation of cracked irrigation infrastructure by acoustic emission and related nondestructive elastic wave method, Padd and Water Environment, Vol. 17, Issue3, pp. 315-321, 2019.