

# 「せん断破壊先行梁のひび割れに無機系注入材を用いた場合の耐荷力に関する実験と考察」

Experiment and Consideration about Load Bearing Ability for the case of Repaired shear Failure type Beam using Inorganic Injectable Material.

(株)長大 ○正員 高畑智考 (Tomochika Takahata)  
(株)土木技術コンサルタント 正員 三好章仁 (Akihito Miyoshi)  
(株)砂子組 正員 近藤里史 (Satoshi Kondou)  
(株)土木技術コンサルタント 非会員 伊藤 浩 (Hiroshi Itou)  
(独)土木研究所寒地土木研究所 正員 西 弘明 (Hiroaki Nishi)

## 1. はじめに

道路橋の床版の損傷は、外荷重によるもの、気象環境によるもの、材料劣化によるものなどの大きく3つに分類される。近年の研究で外荷重によるものの損傷は、車両の繰り返し走行による疲労損傷であることが、明確になって来ている。このような中、床版に対する補強は、鋼板接着や上面・下面の各種材料による増厚及び床版支間を短くする縦桁増設など様々な工法が提案され、実橋への適用事例も多数ある状況である。

一方、疲労損傷を受けた床版クラックに対しては、雨水が床版ひび割れに浸透しなければ、疲労損傷の急激な進展は防ぐことが知られていることから、防水層の敷設が一般的な補修工法として採用されることが多く、クラック自体の補修は行われない場合が多いと考えられる。

本論文は、この疲労損傷クラック自体の補修の必要性判断材料及びクラック補修を行った場合の耐力性状を確認することによって、今後の床版クラック補修時の資料の参考になると考え、実験を実施したので報告を行うものである。

## 2. 実験供試体

製作した供試体概要を図-1に示す。

今回の実験では、床版の輪荷重による押抜せん断損傷をイメージし、せん断クラックに対する補修効果を確認することを目的として、250kN程度の耐力があり、100kN程度でせん断クラックが生じる梁の供試体を製作した。供試体形状は、実験装置の都合から、高さ30cm×幅20cm、長さ95cmとし、鉄筋量はD13異形鉄筋を2本ずつ上下面に配置した。

支点部は、支点部のせん断破壊を防止する目的として、せん断補強筋D10のスターラップを配筋した。

使用材料は、鉄筋をSD345、コンクリートを設計基準強度 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ のものを使用した。補修時の注入材は、微細クラックへの浸透しやすい、無機系の注入材を使用した。

## 3. 実験概要

実験は、せん断クラック補修後の耐力性状を確認するため、予備荷重として2つのステップ荷重を行い実施した。STEP1として供試体に正荷重荷重を載荷し、せん

断クラックを生じさせた。更にSTEP2として荷重除荷後供試体を反転させ、擬似的に正負繰り返し載荷によるせん断クラックをイメージできるせん断損傷を供試体を生じさせた。この予備荷重後、STEP3として注入材によるクラック補修後の供試体を用いて、正載荷方向から荷重載荷を行い、補修前と補修後の供試体の荷重-変位関係を確認して、クラック補修後の耐力性状を確認するものとした。予備荷重を行いクラックが生じた供試体の補修は、無機系の材料を用い、供試体の全ての面から、注入を実施して、極力発生したクラックに全て注入されるよう配慮した。

計測位置は、荷重載荷位置にロードセル、支間中央に変位計を設置するとともに、D13の鉄筋には、鉄筋ひずみゲージを4点配置した。

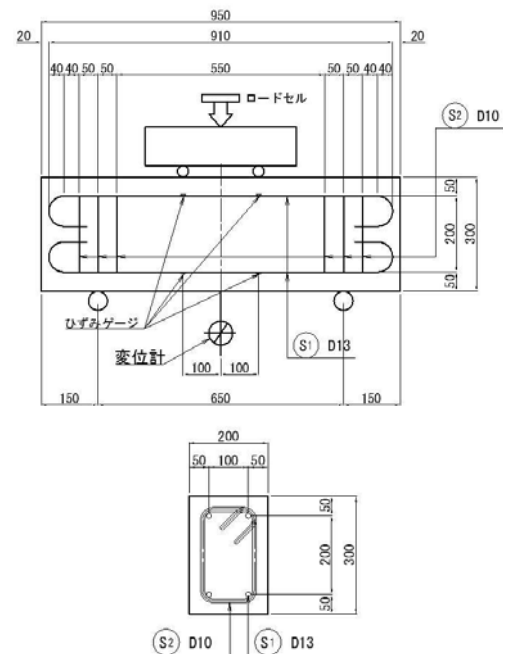


図-1 供試体及び荷重載荷・計測概要図

## 4. 実験結果及び考察

### 4.1. 供試体損傷状況

図-2にSTEP1の正載荷及びSTEP2の反転載荷時の供試体クラック状況を示す。STEP1の正載荷では、80kNで供試体中央側面からせん断クラックが生じた。

その後、せん断クラックが各支点部に進展するとともに、せん断クラック本数が徐々に増加した。110kN 程度では、一部曲げクラックが発生した。

荷重除荷後、供試体を反転させて STEP2 の反転載荷を実施した。STEP2 の反転載荷では、125kN で下端支点部からクラック生じるとともに、STEP1 に生じた側面クラックの中心部から、各支点部にクラックが進展する様子が確認された。また、正載荷と同様に一部曲げクラックが発生した。この時、せん断クラックの最大幅は、4mm 程度であった。

クラック補修後の STEP3 の載荷時には、予備載荷で生じたクラック補修箇所からのクラック進展がほとんどであったが、補修箇所以外にクラックの発生が数カ所確認された。後述の荷重-変位関係から見て取れる様に注入の補修効果が出ているものと推察される。

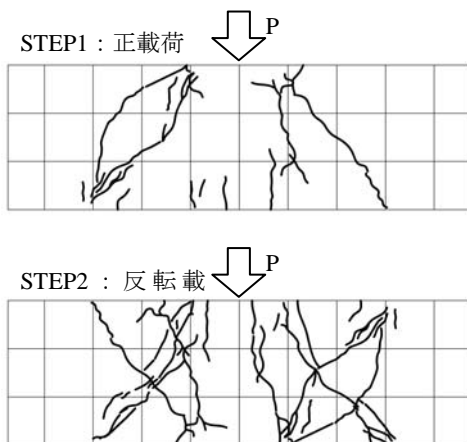


図-2 供試体クラック図



写真-1 反転載荷後供試体状況



写真-2 注入後供試体状況



写真-3 補修載荷後供試体状況

#### 4.2. 荷重-変位関係

図-3 に各載荷状態の荷重-変位関係を示す。ここに、青線は正載荷時、緑線は反転載荷時、赤線はクラック注

入後の補修後載荷時を示した。

STEP1 の正載荷時は、荷重 225kN、変位 3.0mm 程度まで一定の剛性を保ったが、その後剛性は低下し、耐力は大きく伸びず、荷重 260kN、変位 6.5mm 程度で終局に至ったと考えられる。この時、荷重-変位の関係は、バイリニアを呈した。

STEP2 の反転載荷時は、正載荷時の様に荷重-変位関係がバイリニアとならず、ほぼ一様の剛性で終局まで推移している。耐力は、STEP1 の正載荷に対し、65%程度の荷重 170kN で変位 7.0mm 程度となり、耐力は非常に小さくなった。

一方、クラック注入を実施した、補修後反転載荷では、ほぼ無損傷の正載荷状態に近い剛性と耐力を示し、補修後の効果が非常に大きく出ていることが見て取れる。ただし、残留変位は、正載荷及び反転載荷ともに 4.2~4.5mm に対し、1mm 程度大きい 5.2mm を示した。

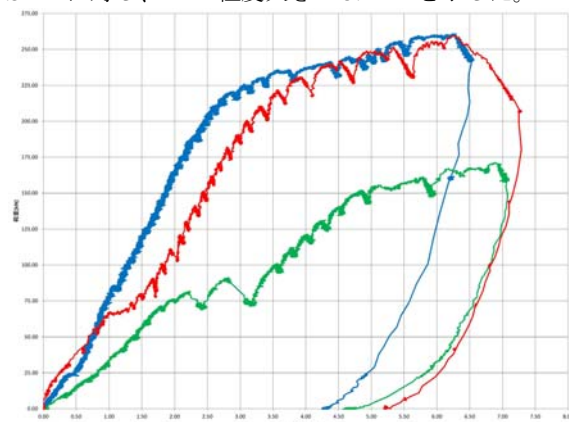


図-3 荷重-変位図

本実験の範囲内であるが、比較的微細なクラックに注入できる無機系の注入材を用いた場合には、せん断クラック損傷が生じた場合の供試体をほぼ無損傷状態の耐力力まで回復することが確認された。ただし、供試体のクラック注入は、各側面と上下面の4面から注入していることから、十分に注入効果が出ていると推察される。実際の床版は、側面からの注入が出来ないことから、単純比較は出来ないが、ここまでの補修効果は期待できないと考えられる。

#### 5. まとめ

本実験の範囲内であるが、得られた知見を整理すると、以下の通りである。

- (1) せん断クラックが生じた供試体に比較的微細なクラック注入可能な無機系注入材した場合、無損傷時とほぼ同程度の耐力力まで回復することが確認された。
- (2) クラック注入は補修効果があるものの、安価な工法では無いため、費用と効果を十分に検討して、実施する必要があると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理、森北出版
- 2) 道路橋示方書・同解説、日本道路協会