

一体成型構造を採用した鋼製フィンガージョイントの性能評価

(株)川金コアテック 正会員○高井 博之, 非会員 村尾 和弘, 正会員 高橋 徹
 明星大学 正会員 鈴木 博之

1. はじめに

近年、老朽化した既設インフラの適切な維持・更新が急務となっている。道路橋用伸縮装置の補修においては、交通規制を伴うことから、施工期間の短縮と交換周期の延長が求められている。そこで、筆者らは、施工性、耐久性、経済性の向上を目的として、鋳鉄製フィンガージョイント(以下、KFC ジョイントと呼ぶ)を開発した。本稿では KFC ジョイントの概要と、構造解析および性能試験の結果について報告する。

2. KFC ジョイントの概要

KFC ジョイントの開発にあたっては、既設床版にも設置可能なコンパクトさを有し、耐久性が高く、経済性に優れた構造の実現を目標とした。

そのため、KFC ジョイントは、材料に鋳鉄を採用し、フェイスプレート、ウェブプレート、アンカープレートを一体構造とした。主要部材を単純な一体構造とすることで、工場製作における組立工程の短縮が可能となる。さらに、溶接継手を廃したことで、車両走行の繰り返しに対する耐久性の向上が期待できる。KFC ジョイントの形状は、既設床版に後付けする際はつり量を出来る限り少なくするため、ブロック高さを 170mm 以下に設定した。また、後打ちコンクリートを確実に充填できるように、フェイスプレートの延長部については、荷重伝達部を残して切欠いた(写真-1)。このように形状の自由度が高く、複雑な形状に低コストで対応できることも鋳物を用いる利点としてあげられる。

3. FEM 解析

KFC ジョイントの静的耐荷力を評価するため、FEM 解析を実施した。解析モデルを図-1 に示す。解析モデルは製品1体をソリッド要素でモデル化した。荷重は、設計荷重に相当する 100kN をフィンガー先端 50mm×幅員方向 500mm の範囲に載荷した。境界条件は、アンカープレートおよびウェブプレートの底面を完全拘束した。

主応力コンター図を図-2 に示す。コンター図によると、荷重を載荷したフィンガーの付け根に応力が集中している。応力の集中はフィンガー付け根の極めて局所的な範囲に限られることから、繰返し荷重が作用してもウェブプレートやアンカープレートが損傷する可能性は少ないと考えられる。フィンガー付け根における最大応力は引張側が最大 160N/mm^2 、圧縮側が最大 237N/mm^2 であった。また、フィンガー先端における鉛直方向の最大変位は -1.70mm であった。圧縮側の局所応力が材料(FCD400)の疲労限度 180N/mm^2 を上回る結果となったため、疲労試験にて耐荷性能を確認することとした。

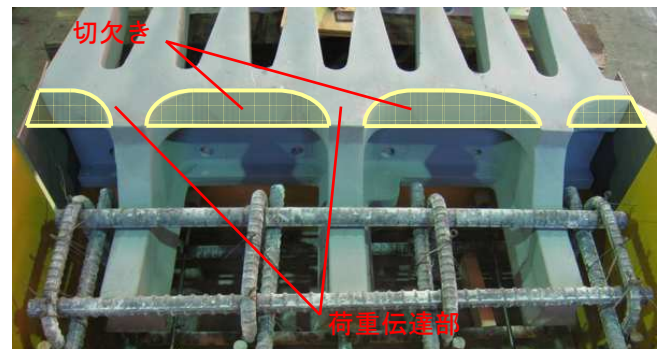


写真-1 フェイスプレートの切欠き

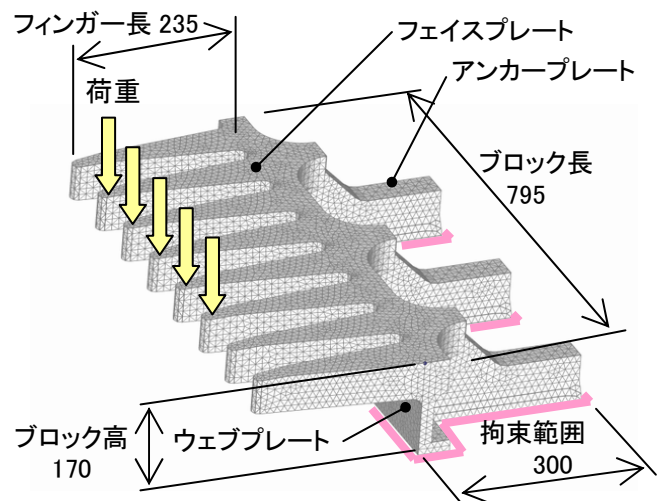


図-1 解析モデル

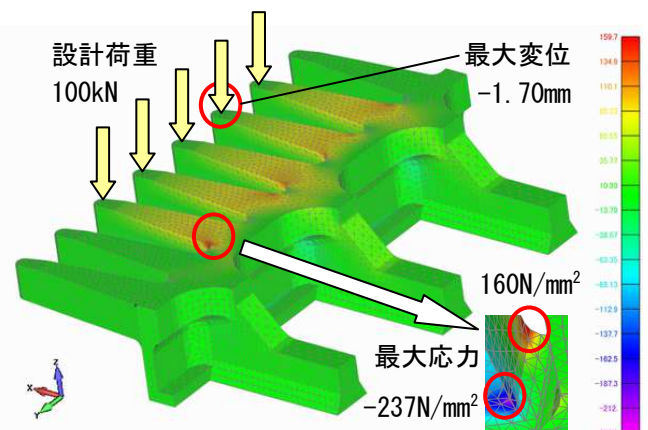


図-2 主応力コンター図

キーワード 伸縮装置, 鋼製フィンガージョイント, 耐久性, 疲労試験

連絡先 〒307-0017 茨城県結城市若宮 8-43 (株)川金コアテック 技術研究所 TEL : 0296-21-2202

4. 疲労試験

KFC ジョイントの荷重支持部の耐久性を確認するため、疲労試験を明星大学にて実施した。試験体の概要を図-3 に、試験の実施状況を写真-2 にそれぞれ示す。試験には実物大試験体 2 体を使用し、実構造を模した配筋を施してコンクリートを充填した。充填コンクリートの設計基準強度は 24N/mm^2 とし、コンクリート充填後 1 ヶ月間養生した。試験体は、向い合わせたフィンガー先端に 5mm の隙間を設けた状態で試験装置に設置した。試験方法は構造物施工管理要領¹⁾に準拠した。荷重振幅は 200kN ($5\text{kN} \sim 205\text{kN}$) として、フィンガー先端 $50\text{mm} \times$ 幅員方向 500mm の範囲に載荷した。繰返し回数は 50 年相当と評価できる 600 万回とした。

加振の繰返しに伴う荷重と変位の推移を図-4 に示す。変位は加振の繰返しとともに増加していき 100 万回以降に約 3.4mm で安定した。変位が解析値 (1.70mm) よりも大きくなった主な原因としては、試験体アンカープレートとコンクリート定着面におけるわずかなずれの影響が考えられる。設計荷重に相当する荷重を繰返し 600 万回載荷しても損傷は発生せず、変位の急激な増加や亀裂の発生などの変状も認められなかった。

KFC ジョイントの疲労強度は、フィンガー付け根における最大主応力の解析値が 80N/mm^2 以上であったことから、JSSC-E 等級相当以上と評価できる。以上の結果から、KFC ジョイントが標準的な鋼製フィンガージョイント²⁾と同等以上の耐久性を有していることが確認された。

5. 止水性能試験

止水構造の耐久性を確認するため、止水性能試験を施工技術総合研究所にて実施した。試験体の概要を図-5 に示す。試験には実物大試験体を使用し、幅員方向の中央部に実構造を模した現場継手を設けた。試験方法は、構造物施工管理要領¹⁾に準拠し、試験法 438「伸縮装置の止水性能試験方法」に示される方法で、30 年相当の加振および加熱冷却後、24 時間の水張り試験を行なった。試験条件を表-1 に、水張り試験の実施状況を写真-3 に示す。

表-1 試験条件

試験順序	試験項目	試験温度	繰返し回数	伸縮量
1	連続試験	$15 \pm 5^\circ\text{C}$	11000回	$\pm 45\text{mm}$
2	圧縮試験	40°C 以上	30回	-60mm
3	引張試験	-10°C 以下	30回	$+60\text{mm}$
4	水張り試験	任意	—	—

試験の結果、漏水などの変状は認められず、止水構造が十分な耐久性を有していることが確認された。

6. まとめ

KFC ジョイントは、鋳物の特性を活かした単純でコンパクトな構造を特徴とする伸縮装置であり、FEM 解析および疲労試験によって十分な耐久性を有していることが確認された。

参考文献

- 1) 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領(2013.7)
- 2) 芦塚忽那, 岩崎, 谷中：改良型伸縮装置の疲労耐久性に関する検討, 土木学会第 58 回年次学術講演会(2003.9)

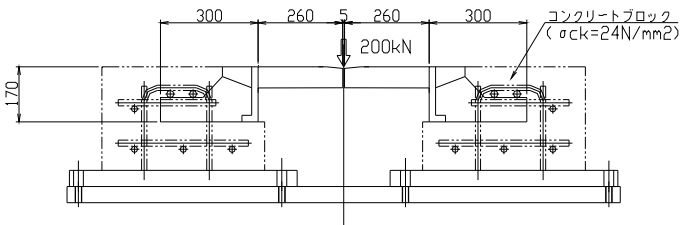


図-3 試験体概要図(疲労試験)

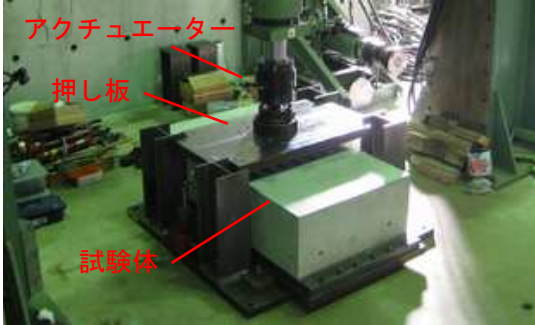


写真-2 疲労試験実施状況

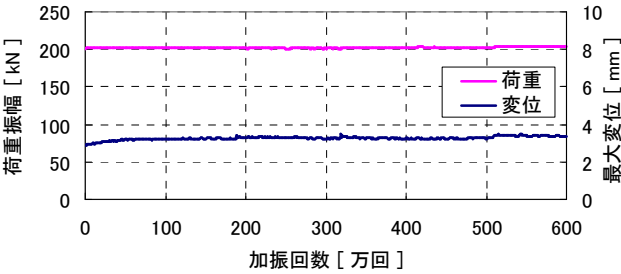


図-4 荷重と変位の推移

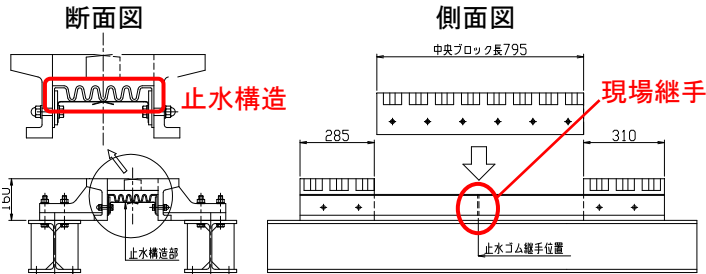


図-5 試験体概要図(止水性能試験)



写真-3 水張り試験実施状況