

## 鋼製橋脚支点部直下ダイヤフラムディテールの疲労挙動

TTES	正会員	○竹渕 敏郎	高知工科大学	正会員	穴見 健吾
川田工業	正会員	町田 文孝	首都高速道路公団		梶原 仁
首都高速道路公団		中野 博文	首都高速道路技術センター		斎藤 豪

## 1. はじめに

昨年度の本講演会において鋼製橋脚支点部直下の、フランジダイヤフラム縦リブの交差部において多くの様々なモードの疲労亀裂が多く発生していることが報告された[1]。発見された疲労亀裂の中には、ダイヤフラムからフランジに亀裂が進展し数十cmの長さに至っているものもあり、その疲労損傷を引起す原因の推定と、補修・補強対策の検討が火急の課題となっている。本研究では、疲労亀裂のモードや発生率と構造ディテールの関係の調査結果、及び代表的な構造ディテールの一つを抽出し、実応力測定を行った結果と、補修・補強方法の策定を最終目的とした疲労試験について報告する。

## 2. 亀裂モードと構造ディテール（フランジ/沓座・ダイヤフラム・縦リブ）

首都高速道路公団では平成7年～15年に行われた定期点検により、点検橋脚1020基中94基において疲労損傷が発見されている。そこでは、図-1に示すように、当該ディテールには様々なモードの疲労亀裂が観察されている。実態として、Type①が最も多く、Type②⑧と合わせ、フランジとダイヤフラム溶接部からの疲労亀裂が亀裂総数の72%を占めるが、Type⑤や⑦も少なからず発見されている。特に、亀裂Type①②⑤は大きく進展し、フランジに進展しているケースも見られる。そこで、それぞれのモードの亀裂の発生数、及び、亀裂モードと構造ディテールの関係の整理、分類を行った。整理分類に用いた構造パラメータ、及びその整理結果を表-1にまとめる。

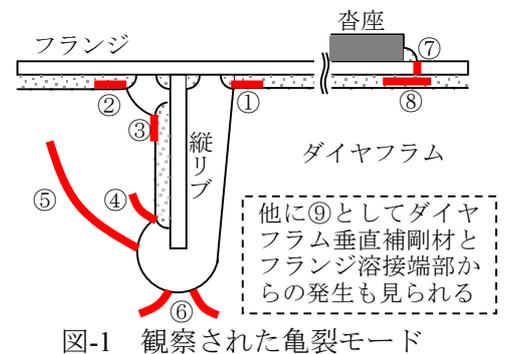


図-1 観察された亀裂モード

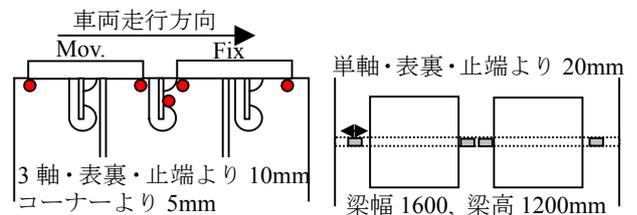
表-1 整理に用いた構造パラメータ

沓座数	損傷発見橋脚の95%が2沓。1沓橋脚の損傷率は点検橋脚の1.3%
支点支持条件	可動、固定支承で明確な傾向は見られない。
縦リブ数	縦リブ数は偶数・奇数でモードに差異有り。奇数では①②⑤、偶数では⑧が多い。
上フランジ板厚	板厚が大きいほど、亀裂損傷数（割合）が低下する傾向がある
沓座高さ	沓座高さで明確な損傷件数、亀裂モードの差異が見られない
Dia.板厚/Flange板厚	この板厚比が大きくなるとType⑧からスカラップ近傍Type①②が増加する（奇数縦リブ）

表-1で整理したように、2沓Typeで縦リブ本数が偶数もしくは奇数かにより、亀裂モードが大きく異なる。亀裂モードの構成比で見てみると、縦リブ本数が偶数の場合Type⑧の亀裂が多く、奇数の場合にはType①②⑤⑧の亀裂が多く発生している。本研究では、フランジへの亀裂の進展が見られるType①②⑤の亀裂が、補修、補強の緊急性が高いと考え、縦リブ本数が奇数（本研究では3本）の場合を対象として、実応力測定及び、疲労試験を行い、疲労損傷メカニズムや補修・補強対策手法の検討を行っている。本報告では、これらについて報告を行う。

## 3. 実応力測定による疲労損傷を引起す力/応力の検討

実応力測定は首都高速道路3号渋谷線（渋谷424橋脚：現在まで亀裂発見されていない）で行った。図-2に構造概略と歪ゲージ貼付位置を示す。事例整理結果から、この橋脚支点部は、亀裂が多く発見された橋脚支点部よりもフランジ厚が若干厚いものの（約17mm程度以下の橋脚で多くの損傷報告）、縦リブ数、フランジとダイヤフラムの板厚比から、Type①②⑤の亀裂が多く発生している構造と言える。図-3に測定結果の例を示す（図(b)及び(c)の時間軸（横軸）は等しく一目盛り一秒である）。(a)は計測時の車両通行状況を示している。(b)は沓座近傍フランジ上下面に貼付した歪ゲージでの測定結果であり、車



縦リブ数3、板厚（Flange:22、Dia.:9mm）

図-2 歪ゲージ貼付位置（実応力測定）

キーワード 疲労損傷、鋼製橋脚支点部、実応力測定

連絡先；〒100-8930 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 首都高速道路公団保全施設部保全技術課 TEL03-3539-5676

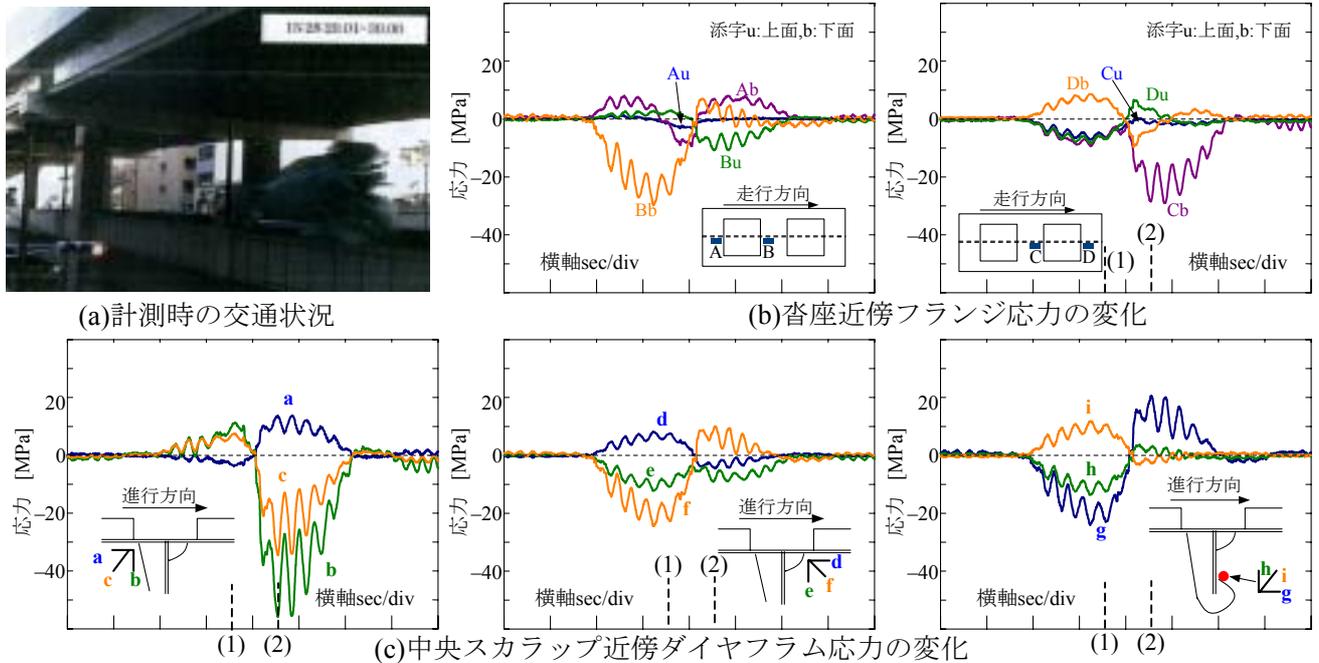


図-3 実橋梁における実応力測定の実例

両が着目沓座側にある場合、沓座間（フランジ中央部）に面内圧縮力と大きな上に凸の曲げが作用していることが分かる。(c)は、梁幅中央のスカラップ近傍ダイヤフラムの応力変化を示している。車両交通（車両が支承に対してどちらの桁側に存在するか）により応力値の正負が交番しており、また70MPa弱(正負合計)と大きな応力振幅が測定されている部位もある。図-4 に図-3 に示す時間(1),(2)におけるダイヤフラムの主応力分布の測定例を示す。梁幅中央スカラップまわりを含め沓座端部近傍の応力分布の主応力方向が大きく回転している（むしろ正負が交番していると言う方が明瞭）ことが分かる。Type④⑤の亀裂に相当する位置の歪ゲージの読みでは、梁幅中央では正負が交番しているが、両側では、正負の交番は見られず、またそれぞれが引張側、圧縮側となっている点が特徴的である。本計測結果（図-3、4）からは、昨年度疲労損傷メカニズムとして推定された「釘抜き現象」が、傾向として若干見られるが、明瞭な形では把握できず、両側の桁-沓座から伝達される、ダイヤフラム全体、フランジ全体の挙動が大きく見られ、今後更に検討が必要である。

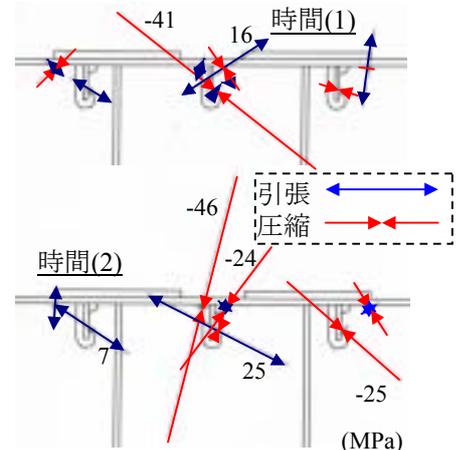


図-4 Dia.の主応力分布の変化

4. 疲労試験の紹介

前述したように、現在、疲労メカニズムと対策手法の検討を目的として疲労試験を行っている。疲労試験体として、撤去された実橋脚（高松ランプ P19 橋脚）を用いている。試験体の外観及び構造概略図を図-5 に示すフランジ厚が若干大きいことを除き、図中に示す構造寸法では、実橋梁においてType①②⑤の亀裂が多く発生し、Type⑧の亀裂も報告されている構造である。疲労試験は、同図に示すように3本のジャッキにより载荷を行っている。

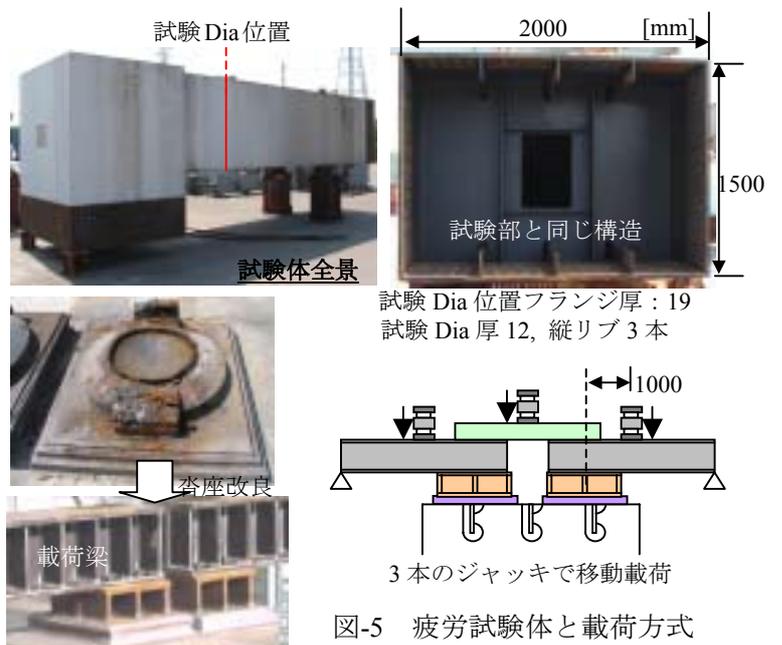


図-5 疲労試験体と载荷方式

参考文献：木ノ本 他：鋼横梁支点直下ダイヤフラム溶接部の疲労損傷原因の一考察：平成16年度土木学会年次講演会概要集