

小型化した鋼製フィンガージョイントの疲労耐久性に関する検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○松本綾佳, 服部雅史, 高原良太

1. はじめに

東・中・西日本高速道路における鋼製フィンガージョイントの形状は、図1(a)に示すように旧基準では断面がコの字型の形状(以下、「旧タイプ」)であった。これに対して現行基準では、図1(b)に示すように断面をボックス形状とし、定着部に孔あき鋼板(以下、「PBL」)を設け、耐久性を高めたことにより大型化(以下、「現行タイプ」)している²⁾。このため、床版取替工事等で旧タイプから現行タイプに取替える際、既設橋の橋台パラペット部に収まらないケースがあり、現行タイプの小型化が望まれるようになってきた。そこで、昨年度から鋼製フィンガージョイントの小型化の検討³⁾を進めてきた。本稿では、小型化した鋼製フィンガージョイントの疲労耐久性の確認結果を報告する。

2. 疲労載荷試験の概要

試験体諸元を表1に、試験体概要図を図2に示す。試験体2体をフェイスプレートが向かい合うように配置してフェイスプレート先端に同時載荷した。載荷中、先端のたわみ、各部位のひずみを測定するとともに、コンクリートのひび割れおよび疲労き裂等を観察した。また、小型化した鋼製フィンガージョイントの適用対象は、主に既設橋台となることから伸縮装置の取替で生じるコンクリートの打継部(図2の側面図におけるボックス断面の下面)を再現することとし、既設鉄筋に相当する定着鉄筋(以下、「アバット鉄筋」)D13をパラペットから立ち上げた。アバット鉄筋の橋軸直角方向の間隔(図2の背面図参照)は、現行設計要領²⁾の150mm間隔のものと、昭和45年の設計要領⁴⁾で規定されている200mm間隔の2種類とした。試験を通して、既往文献¹⁾³⁾やFEM解析の結果から、比較的大きな応力が生じることが予想されるPBL上部の回し溶接部およびアバット鉄筋に着目することとした。

荷重条件を表2に示す。荷重波形は正弦波、繰返し速度1.5Hz、下限荷重

キーワード 鋼製フィンガージョイント, 小型化, 疲労載荷試験

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 TEL 042-791-1625

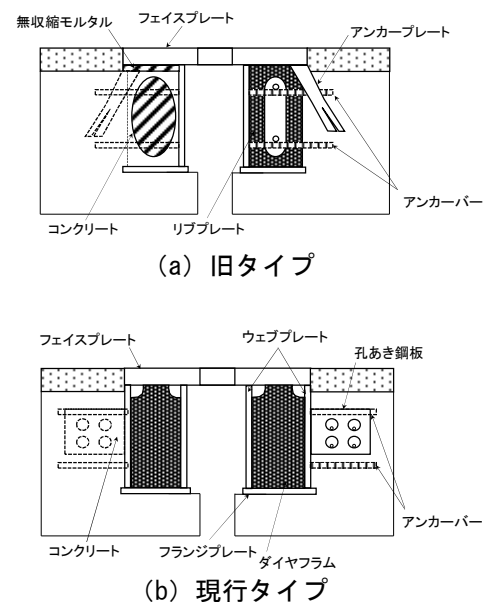


図1 鋼製フィンガージョイントの断面形状

表1 試験体諸元

No.	試験体名	PBLの形状	アバット鉄筋	試験体数
1	150P	φ50mm 配列: 2×1	D13: 150mm 間隔	1
2	200P	φ50mm 配列: 2×1	D13: 200mm 間隔	1

表2 載荷条件

STEP	荷重範囲 (kN)	応力比 R	載荷回数 (万回)
1	200 (10~210)	0.0476	600
2	363 (10~373)	0.0268	100

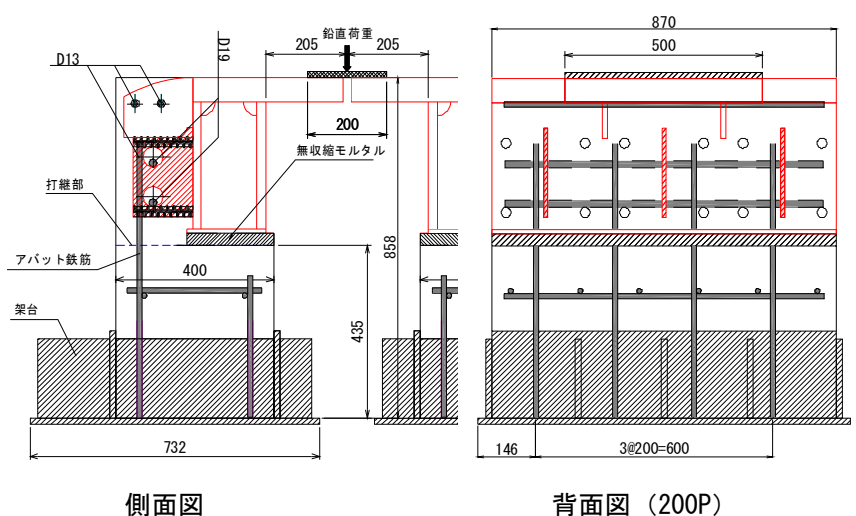


図2 試験体概要図

10kN の完全片振り載荷とした。STEP1 は、現行設計要領²⁾に基づき鋼製フィンガージョイントにおける疲労耐久性の照査期間 50 年相当を確認するため荷重範囲 200kN，載荷回数 600 万回に設定した。STEP1 終了後，各種計測結果および外観観察から疲労損傷は発生していないと判断し，STEP2 の試験を継続することとした。STEP2 は，載荷回数 100 万回で STEP1 (600 万回) と同等の疲労損傷が与えられるよう，疲労設計曲線の傾きを $m=3$ と仮定して荷重範囲を 1.82 倍 ($=\sqrt[3]{600 \text{ 万回}/100 \text{ 万回}}$) の 363kN として実施した。これにより，STEP1 と STEP2 を合わせて疲労耐久性の照査期間 100 年相当と想定した。

3. 疲労載荷試験の結果

疲労損傷の発生が懸念される PBL 周辺の橋軸方向 (水平) のひずみ分布を確認したところ，最大ひずみの計測位置は PBL の上部取付位置で， $30 \mu\text{mm}$ 程度であった。STEP2 までの載荷完了後も，PBL 周辺のひずみ量に大きな変化はなく，この部位において疲労損傷は発生していないと判断した。

また，疲労損傷の着目箇所とした PBL 上部の回し溶接部の応力範囲 (溶接止端から 5mm 離れた点の鉛直方向) を図 3 に，打継部のアバット鉄筋の応力範囲 (鉛直方向) を図 4 に示す。両図ともに，横軸に載荷回数，縦軸に応力範囲を示しており，表 2 に示したとおり STEP2 では載荷荷重を STEP1 の 1.82 倍に上げている。

図 3 における PBL 上部の回し溶接部の応力範囲の推移にはほとんど変化はなかった。ここで，PBL 取付溶接継手部の強度等級を G 等級相当として変動振幅応力の場合の打ち切り限界 ($15\text{N}/\text{mm}^2$) と比較しても，限界値以下を推移していることが分かる。

図 4 における打継部のアバット鉄筋の応力範囲の推移は，STEP1 ではほとんど変化はなかったが，STEP2 では特にアバット鉄筋を 200mm 間隔で配置した試験体 (200P) において応力範囲の上昇が見られた。同じく鉛直方向のひずみを計測したボックス断面遊間側や，コンクリートのひび割れ観察の様子から同様の傾向は確認できなかったことから，この計測位置付近で何らかの変状が生じたものと考えられる。試験完了後，PBL の回し溶接部および打継部のアバット鉄筋のコンクリートをはつり取り磁気探傷試験を行ったが，本試験の条件下では疲労き裂は確認されなかった。

4. まとめ

本検討により，小型化した鋼製フィンガージョイントは，現行設計要領で規定する条件下においては疲労耐久性 100 年相当を有しているものと推定される。今後，実用化に向けた要領整備を行う予定である。

参考文献

- 1) 忽那幸浩，芦塚憲一朗，小池洋平，岩崎雅紀：改良型伸縮装置の定着強度特性に関する検討，土木学会第 58 回年次学術講演会，pp1301-1302，2003.9/2)
- 2) 東日本高速道路，中日本高速道路，西日本高速道路：設計要領第二集 (橋梁保全編)，2020.7/
- 3) 松本綾佳，服部雅史，長谷俊彦：鋼製フィンガージョイントの小型化に関する検討，土木学会第 76 回年次学術講演会，2021.9/4)
- 4) 日本道路公団：設計要領第二集，1970.1

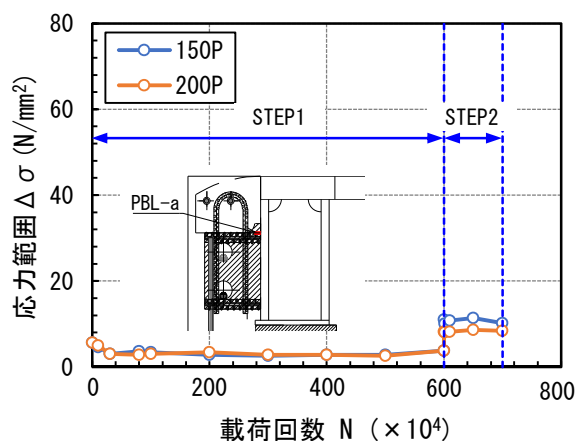


図 3 PBL 回し溶接部の応力範囲と載荷回数

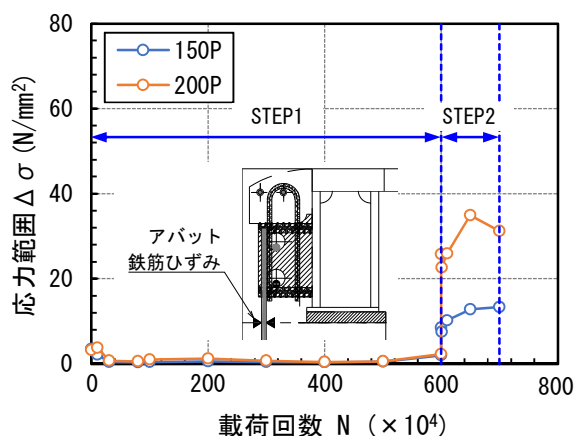


図 4 アバット鉄筋の応力範囲と載荷回数