

輪荷重の移動に伴うスラブアンカーの挙動に関する解析的検討

川田工業株式会社 正会員 ○中川 翔太
川田工業株式会社 非会員 岩田 幸三

近畿大学 正会員 東山 浩士
川田工業株式会社 非会員 野原 葵

1. はじめに

非合成桁橋に用いられるスラブアンカーは、合成効果を期待していないが、実際には合成効果を発揮し、スラブアンカーがせん断力を伝達することが報告されている¹⁾。そのため、スラブアンカーの合成効果を考慮した押抜き試験などにより、ずれ剛度や疲労強度についての検証²⁾がなされてきた。しかし、道路橋示方書³⁾ではその形状と配置間隔が定義されているだけで、設計計算は行っておらず、疲労も考慮されていない。

そこで、本研究では、スラブアンカーの破断が確認された実橋を対象としてFEモデルを構成し、輪荷重の移動に伴うスラブアンカーの作用せん断力性状について検証を行った。

2. 対象橋梁

本研究で対象とした橋梁は、橋長128mの3径間連続3主桁桁橋である。床版と主桁のずれ止めとしてスラブアンカーを950mmピッチで配置している。破断箇所は桁端部に集中しており、その範囲は外桁に比べ中桁に多く見られた。

3. 実橋モデルによる輪荷重移動解析

3.1. 解析モデル

本研究で構成した解析モデルを図-1に示す。汎用FEプログラムABAQUSにより、端部1径間を対象範囲とし、実橋で破断が確認された桁端部のスラブアンカーに作用する輪荷重の影響値を算出した。主桁および端横桁をシェル要素、床版をソリッド要素、横構・中間対傾構・スラブアンカーを梁要素でモデル化している。なお、スラブアンカーは実際にはかなり剛なずれ止めであるため、主桁と床版を剛な梁要素で結合した簡易モデルとしている。

輪荷重は、道路橋示方書で示される幅500mm×200mmの接地面を橋軸方向に最小475mmピッチで静的載荷するものとする。図-2に示すように、載荷は1車線ずつとし、G1-G2間およびG2-G3間それぞれに輪荷重を移動載荷した。

スラブアンカーの着目位置は、図-2に示すように、自動車衝撃荷重の影響を最も受けやすく早期に損傷しやすいと考えられる桁端部とした。また、破断箇所が中桁に多く見られたことからG2桁端部【A】、その比較対象としてG1桁端部【B】を着目位置とした。

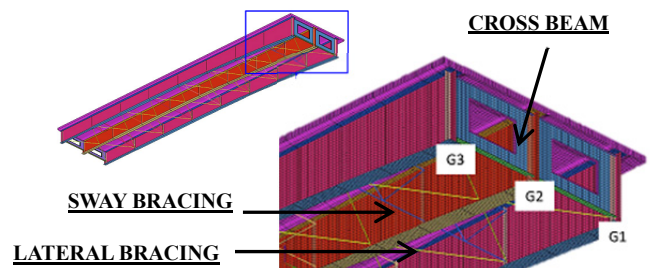


図-1 解析モデル

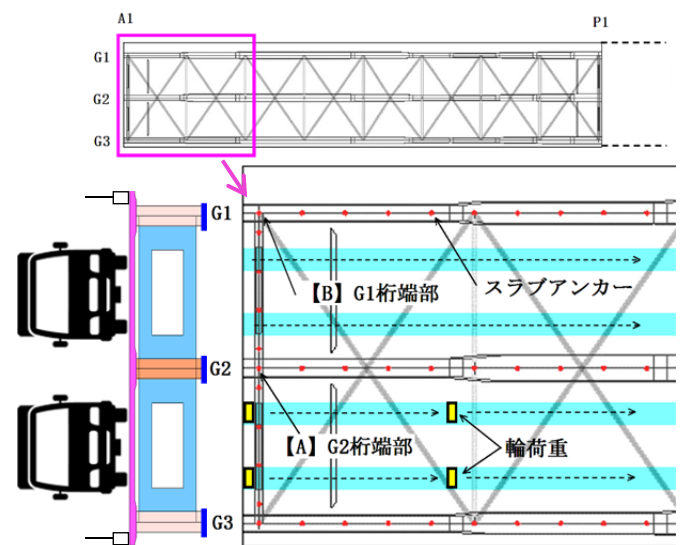


図-2 輪荷重載荷図

3.2. 解析結果

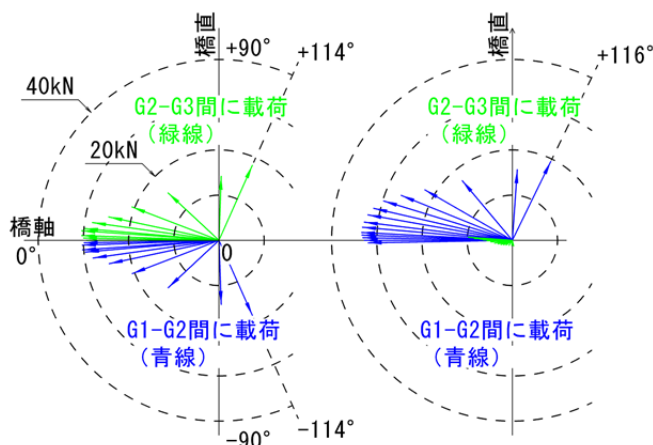
輪荷重の移動に伴うスラブアンカー位置の作用せん断力性状を図-3に示す。図-3では、図-2に示す着目するスラブアンカー位置【A】【B】の輪荷重移動に伴うせん断力を集計してベクトル表示したものである。

【B】のせん断力はG2-G3間載荷時には非常に小さい（緑線）が、【A】ではG1-G2間およびG2-G3間載荷時ともに大きい力を受けていることがわかる。また、【A】

【B】ともに垂直補剛材の取付位置であり、垂直補剛材によりフランジの変形が拘束されるために、橋軸直角方向（【A】：16.59kN，【B】：17.46kN）にも橋軸方向（【A】：30.38kN，【B】：33.36kN）の50%以上のせん断力が発生しているのに対し、垂直補剛材から離れ、フランジ変形の拘束が小さい位置のスラブアンカーでは、橋軸直角方向のせん断力が橋軸方向の5%程度と小さかった。

G1-G2間とG2-G3間の载荷ではスラブアンカーが逆向きのベクトルを示すことにより、最大228°（片側で114°）の回転せん断の影響を受けていることがわかる。

また、既往研究¹⁾より、スラブアンカー（φ16mm）1個あたりの最大せん断耐力が、スタッドジベル（d=19mm）2本に相当することから、道路橋示方書で示されるスタッド2本分の許容せん断力33.24kN（軸径：19mm，全高110mm，コンクリートの設計基準強度：24N/mm²を想定）とほぼ同等な力がスラブアンカーに作用していることになる。



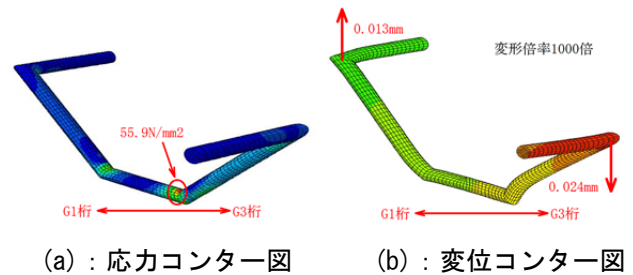
(a) : G2 桁端部【A】 (b) : G1 桁端部【B】

図-3 輪荷重移動に伴うせん断力

4. ズーミング解析

輪荷重の移動によるスラブアンカーの発生応力はその形状に大きく起因するため、スラブアンカー形状を考慮した部分詳細モデルを作成し、輪荷重移動解析結果の変位値を用いてズーミング解析を実施した。

【A】における橋軸直角方向の最大せん断力が発生する輪荷重位置（G2-G3間）でのスラブアンカーの応力および変位コンター図をそれぞれ図-4(a)および図-4(b)に示す。スラブアンカーには橋軸直角方向のせん断力と鉛直方向の変形をとまなうことで、根本部分に大きな応力が発生していることがわかる。



(a) : 応力コンター図 (b) : 変位コンター図

図-4 応力コンター図と変形状【A】

5. まとめ

本研究では、スラブアンカーのせん断力性状を解明するため、実橋を対象とした輪荷重移動解析を行った。本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 複数車線の場合、外桁に比べ中桁のスラブアンカーに作用するせん断力が大きくなる。
- 2) 垂直補剛材上に設置されるスラブアンカーは、フランジの変形が拘束されるため橋軸直角方向のせん断力が橋軸方向の50%以上発生する。
- 3) 中桁のスラブアンカーは、桁に対し左右で輪荷重が载荷するため、作用するせん断力の方向が交替し、回転せん断力作用下にある。

以上より、スラブアンカーにも合成桁のずれ止め同様に設計計算が必要となることを示唆した。今後、回転せん断の影響を考慮した疲労試験⁴⁾により、実橋における作用力に即したスラブアンカーの疲労寿命の推定および設計方法の確立を目的とした検討を行っていく。

最後に、本研究を行うにあたり、ご助力頂きました、近畿地方整備局に紙面を借りて心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 梶田智子，平城弘一，渡辺滉，高田嘉秀，宮地真一，牛島祥貴：スラブアンカーの静的ずれ耐荷力特性に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol.47A，2001.3.
- 2) 中島章典，溝江慶久，廣田篤，吉原知佳，西園広之，大江浩一：押抜きおよび桁試験によるスラブ止めの水平せん断ずれ性状と疲労強度の検討，構造工学論文集，Vol.44A，pp.1505-1514，1998.3.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（鋼橋編），2012.
- 4) 吉田賢二，稲本晃士，松井繁之，東山浩士，街道浩：鋼・コンクリート合成床版に適用する高耐久性スタッドの開発，構造工学論文集 Vol.58A，2012.3.