

オープングレーチング床版の応力集中緩和策の検討

(株)神戸製鋼所* 正会員 広沢正雄 (株)神戸製鋼所 正会員 山田岳史

1. まえがき

I形鋼を組合わせたオープングレーチング床版（写真-1）は、長大吊橋の耐風安定性のために路肩や中央分離帯に適用されている。しかし、I形鋼を組合わせた溶接構造であるため、耐疲労性向上策が十分とは言えず¹⁾、本格的な道路橋床版としての使用実績は少ない。しかし、吊橋の軽量化、さらなる長大化を考えると、この開口構造をした床版の適用は有用であると考えられる。また、開口構造であるために、積雪地方での除雪対策にも有効であり、さらなる有用性が見いだされつつある²⁾。

そこで、このオープングレーチング床版の疲労耐久性の向上を目的として、多点移動式の静的載荷試験と有限要素法による数値解析による検討を実施した。

2. 数値解析による溶接部近傍に発生する応力の定性的把握

オープングレーチング床版の疲労損傷は、写真2(a)に示すとおり、I形をした横主部材を貫通させるために主部材にあけた鋭角なスカーラップでの応力集中に起因した亀裂発生である。また、スカーラップ全周を溶接した場合には、横主部材の拘束が大きくなることから写真2(b)のとおり、横主部材の下フランジからウェブにかけての亀裂の進展である³⁾。

そこで、主部材に対して鋭角なスカーラップをあげないために、横主部材にはパイプを適用することを考えた。さらに、全周溶接による横主部材（パイプ）の過度な拘束を低減させるために、溶接位置の検討を数値解析にて行った。ただし、溶接による残留応力の影響などは考慮していない。

図-1 に解析ケースを示す。横主部材であるI形鋼のウェブ両面を溶接したもの(I-Beam)、パイプを全周溶接したもの(360deg)、パイプの両側を溶接したもの(Side 90deg, Side 60deg)、パイプの上面を溶接したもの(Upper 180deg, Upper 240deg)の6ケースである。

図-2 には、6 ケースの各載荷位置における横主部材近傍で発生する（発生位置は載荷位置によって異なる）最大のミーゼス相当応力を示す。図中の各載荷位置（1～11）、および解析対象は図-3 に示すとおりであり、横主部材は図-1 の6 ケースである。載荷荷重は140kNであり、載荷幅は500mm×200mmである。

図-2 より、載荷位置5においては、最大のミーゼス応力が発生するI-Beamに比べ、全周溶接の360degで発生するミーゼス相当応力は60%程度になることが分かる。一方、全周溶接は製作性に劣ること、横主部材であるパイプを過度に拘束することが考えられるため、溶接位置、長さの影響を定性的に把握することとした。この結果、Upper 180degの場合は、載荷位置5ではなく、載荷位置4で最大の応力（溶接止端で発生）が発生することが明らかになり、さらに、Side 90deg, Side 60degに関してもI-Beamの場合の発生応力とほとんど変わらないことが

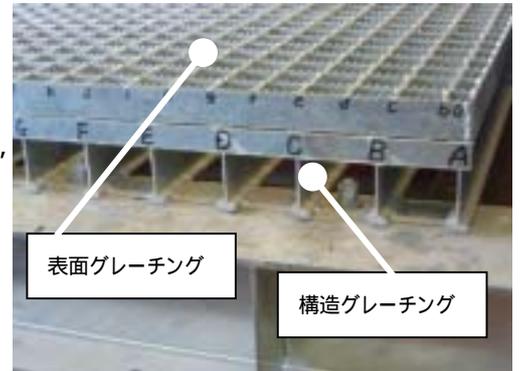


写真-1 オープングレーチング床版



写真-2(a)主部材破断 写真-2(b)横主部破断

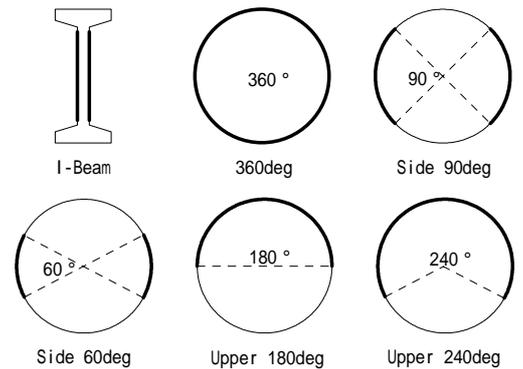


図-1 解析ケース

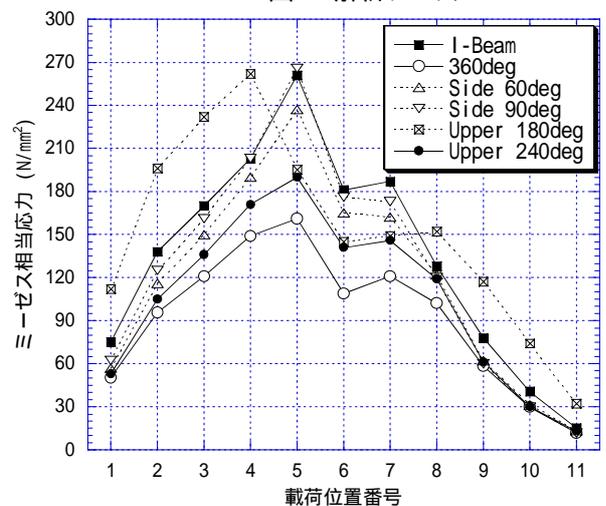


図-2 数値解析の結果

キーワード：オープングレーチング, 床版, パイプ

連絡先：〒657-0845 神戸市灘区岩屋中町4-2-7 TEL 078-261-7815, FAX 078-261-7807

判明した。また、この溶接位置(Side 90deg, Side 60deg)では、溶接止端数が多いことから、耐疲労性に劣るものと判断できる。そこで、製作性を考慮し、上側の 240°を溶接した(Upper 240deg)ものを検討した。Upper 240degの発生応力は360degより15%程度大きいものの、I-Beamなどの70%程度に抑えられることが明らかになった。横主部材位置での発生公称応力は 135N/mm²であることから判断すると、応力集中係数は、1.40となる。

3. 多点移動式の静的荷重試験

横主部材近傍で発生する応力が、全周溶接の場合と上側 240°溶接の場合とで70%程度に抑えられることが明らかになった。この結果を検証するために、図-3に示す供試体を製作した。

荷重荷重は 50kN とし、供試体の幅中央位置にて図-3の荷重位置(1~11)に示すように荷重を移動させながら静的荷重試験を行った。

3軸のひずみゲージの貼付位置は、図-4に示すように決定した。この貼付位置は、数値解析において、荷重位置5での最大のミーゼス相当応力が発生する位置である。

図-5に計測結果をミーゼス相当応力としてまとめたものを示す。この図より、A,B両タイプの結果に顕著な差はないことが明らかとなった。また、製作性や溶接部の残留応力の影響を考慮すると、Bタイプの方が有用であると判断できる。

4. まとめ

- (1) 横主部材としてパイプを用いることの有用性を数値解析により確認した。
- (2) パイプの溶接には全周溶接ではなく、240°程度の部分溶接でも、横主部材近傍で発生する応力に関して遜色のないことが明らかになった。

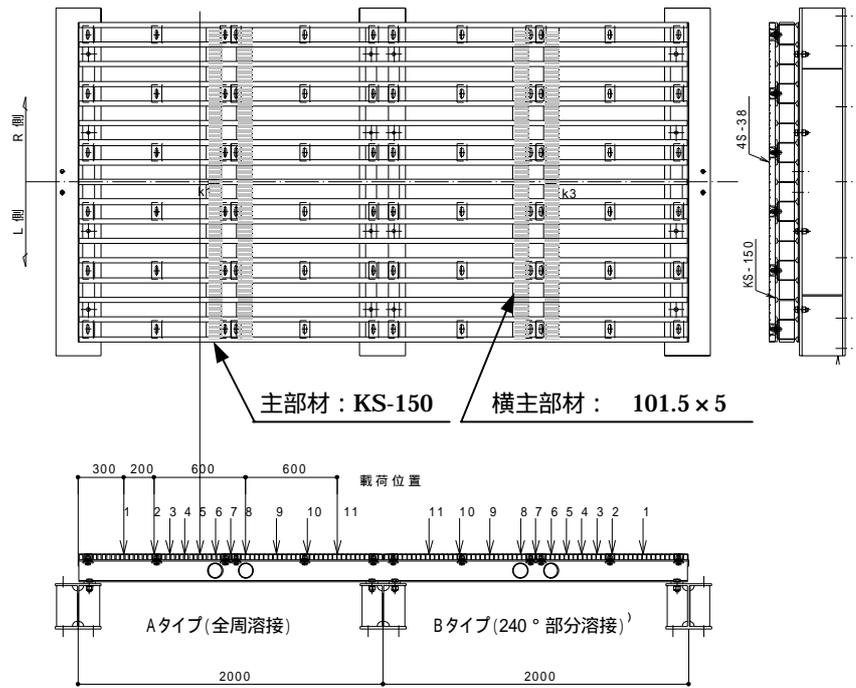


図-3 供試体および荷重位置

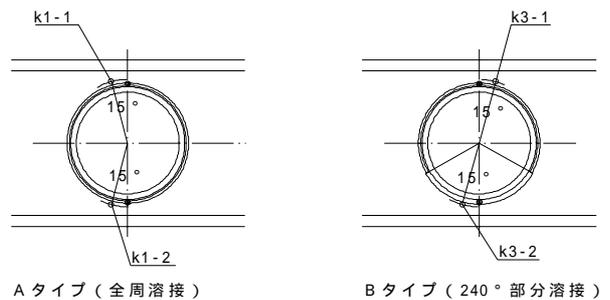


図-4 ひずみゲージの貼付け位置

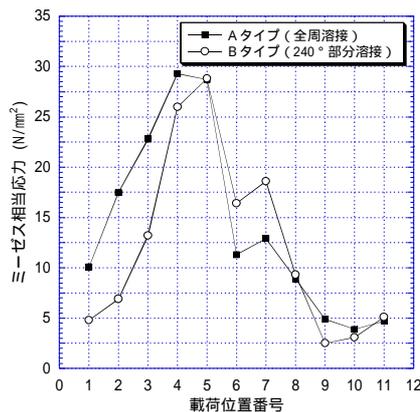


図-5(a) K1-1, K3-1 でのミーゼス相当応力

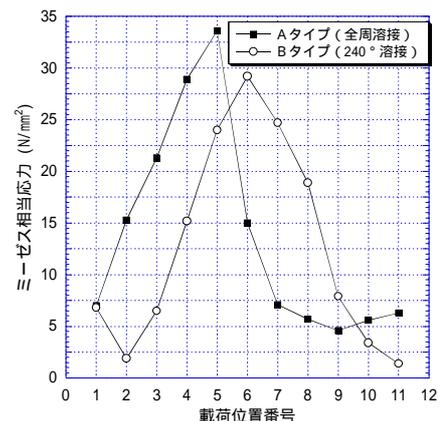


図-5(b) K1-2, K3-2 でのミーゼス相当応力

参考文献

- 1) 村越, 高橋, 得橋, 鈴木, 貴志: 走行荷重に対するオープングレーティング床版の疲労耐久性に関する一検討, 構造工学論文集 Vol.49A, pp.857 ~ 866, 2003.3.
- 2) 広沢, 窪田, 佐藤, 葛西: The Imabetsu Bridge which Adopted Open Grid Deck Effective in Snow and Freezing, Japan-German Joint Symposium on Steel and Composite Bridges, pp65 ~ 70, 2003.9.
- 3) 広沢, 窪田, 林, 園田: 2層オープングレーティング床版の構造特性に関する実験と考察, 鋼構造論文集, 第9巻, 第36号, pp.69 ~ 78, 2002.12.