

横桁を斜めに配置した曲線2主桁橋における ガセットプレートの応力集中について

On stress concentration of gusset plates in curved two-girder bridge with cross beams positioned diagonally

北海道大学大学院 正 員 平沢秀之 (Hirasawa Hideyuki)
北海道大学工学部 ○学生員 佐藤匡介 (Sato Tadayuki)
北海道大学大学院 フェロー 林川俊郎 (Hayashikawa Toshiro)
北海道大学大学院 フェロー 佐藤浩一 (Sato Koichi)

1. まえがき

鋼橋の建設コスト削減を図るため、近年2主桁橋の施工事例が増えてきている¹⁾。曲線プレートガーダー橋に2主桁形式を採用するに当たっては、省力化を妨げない範囲で効果的な補剛を行うことにより、中心角の比較的大きな曲線橋にも適用可能になると考えられる。補剛方法として横構の設置²⁾やニーブレースの設置³⁾についての報告があり、曲線橋のたわみや応力を減少させる効果を有することが確認されている。

本研究では新たな方法として、横桁を下段に斜めに配置する方法を検討対象とする。これは横桁を下段配置とすることにより、床版と併せて疑似箱桁断面としての機能を有し、且つ斜め配置とすることで横構と同様にねじり変形に抵抗する効果を期待している。本研究ではこの構造形式のうち、主桁と横桁の連結部に着目し、ガセットプレートに生じる応力集中とプレート形状の変更による応力集中の緩和について報告するものである。

2. 解析モデル

図-1は横桁を斜めに配置した曲線2主桁橋の平面図である。支間長を50[m]とし中心角を10°とする。この全体モデルに活荷重を載荷し、FEM解析により各部材の応力分布を求めると、図中の点線内における主桁-横桁連結部のガセットプレートに応力集中が生じた。そこで図-2のような詳細な部分モデルを作成し、ガセットプレート内及びプレートと接続する主桁腹板の応力分布を調べることとする。

解析にはシェル要素を使用し、ヤング係数 $E=2.0 \times 10^5$ [N/mm²]、ポアソン比 $\nu=0.3$ を用いた。境界条件は、主桁の両端は固定とし、ガセットプレートには図-1の全体モデルで得られた横桁からの応力と等価な外力を与えた。また、主桁上フランジには全体モデルに与えたB活荷重と等価な鉛直荷重を与えた。表-1は図-2のモデルの断面寸法を表している。図-3及び表-2は本研究で対象とするガセ

ットプレート形状を表している。Type-1とType-2はプレート両端が主桁腹板と $\alpha=80^\circ$ 及び 70° の角度をなしている。Type-3とType-4はプレート両端部に $R=0.5$ [m]の曲線部を設けたモデルである。これらの形状に対し、FEM解析によりプレート内及び腹板に生じる応力について検討を行う。

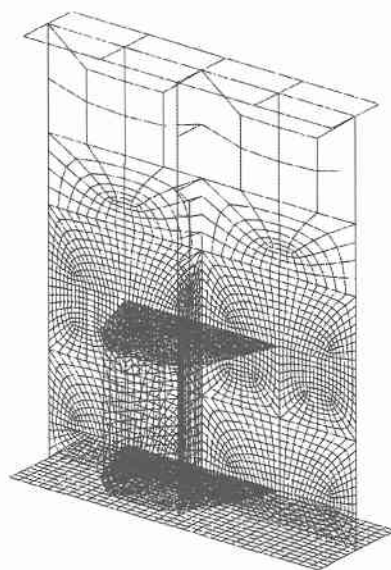


図-2 連結部の部分モデル

表-1 部分モデルの断面寸法 [mm]

主桁上フランジ幅	500
〃 厚	30
主桁下フランジ幅	800
〃 厚	50
腹板高	3000
〃 厚	24
垂直補剛材幅	250
〃 厚	25
ガセットプレート厚	24

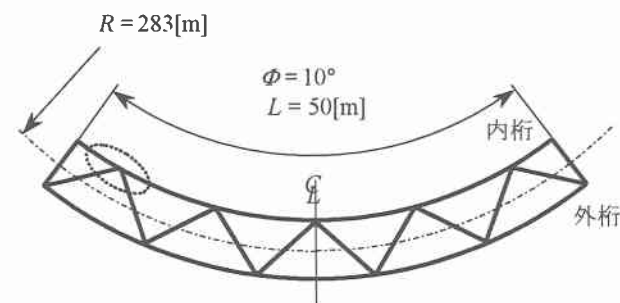


図-1 曲線2主桁橋全体モデル

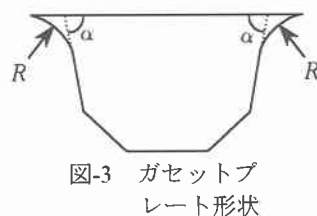


図-3 ガセットプレート形状

表-2 ガセットプレートの形状パラメータ

	α [°]	R [m]
Type-1	80	—
Type-2	70	—
Type-3	80	0.5
Type-4	70	0.5

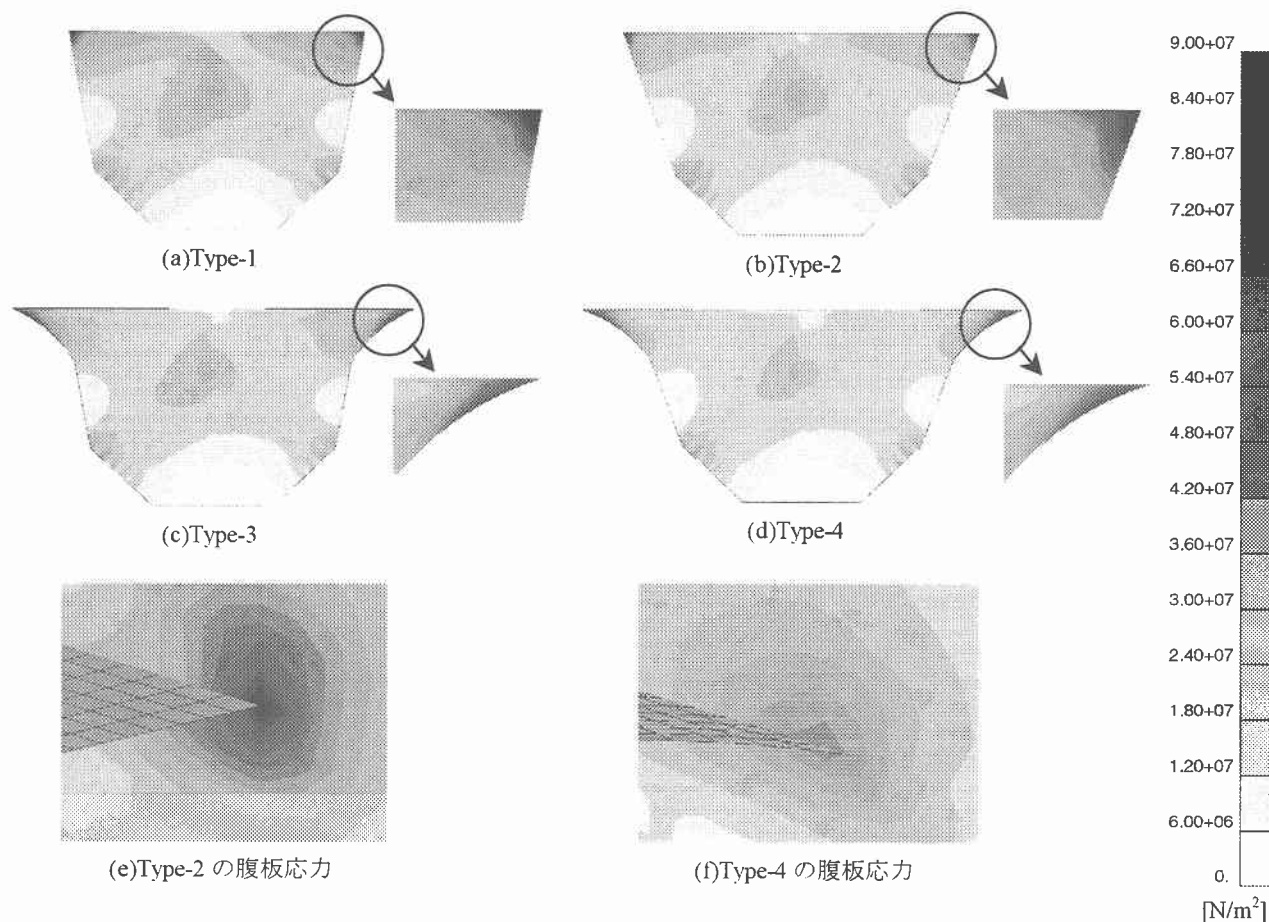


図4 ガセットプレートと腹板の応力分布

3. 解析の結果と考察

Type-1～4の4種類についてFEM解析を行った結果、ガセットプレートの面内応力分布はvon Misesの応力表示で図4(a)～(d)のようになった。また、最大応力の値は表-3の通りである。ガセットプレート内に生じる最大応力はいずれも主桁との接続部分の端部付近に発生している。Type-1とType-2の最大応力を比較すると、Type-2の方が2割程度小さい値となった。これは、Type-2では主桁との接続部分が長いため、ガセットプレートから主桁腹板への応力の伝達において端部での局所的な集中が緩和されたためと考えられる。従って、この接続部が長いほど、最大応力の値が小さくなることが予想される。

角度 α を小さくし、接続部を長くすると、ガセットプレートは非常に大きい部材となってしまう。そこで、端部に曲線部 R を設けて接続部を長くしたType-3,4のモデルについて解析を行った。応力集中の発生箇所はType-3,4共に接続部分の端部付近であるが、最大値は厳密には先端部から僅かに離れた曲線部分に生じた。応力の最大値についてType-3をType-1と比較すると、約2割減少させることが可能となった。プレート先端部では約5割の低減となっている。Type-4をType-2と比較しても同様のことが言え、曲線部を設けることにより応力集中の低減を図ることが可能となる結果を示している。

図4(e),(f)は応力集中が発生したガセットプレート近傍の主桁腹板における応力分布を表している。Type-4はType-2と比較して応力集中が緩和されていることが明らかである。これはType-3についても同様であることを確認している。従って、ガセットプレートの端部に曲線部を設

表-3 最大応力 ($\times 10^7$ [N/m²])

	ガセットプレート	主桁腹板
Type-1	10.14	10.14
Type-2	8.11	8.11
Type-3	8.42	5.47
Type-4	6.90	4.75

けることは、主桁腹板の応力集中を低減させるためにも有効である。

4. あとがき

横桁が斜め配置された曲線2主桁橋の主桁-横桁連結部に着目し、ガセットプレートに生じる応力集中を緩和させる方法を検討した。解析には連結部付近を詳細にメッシュ分割したFEMモデルを使用した。応力集中はプレート端と主桁腹板との接続部付近に生じたが、プレート端に曲線部分を設けることにより応力レベルを低減させることが可能となった。今後はガセットプレート曲線部分の R を変化させ、より多くの解析ケースについて検討する予定である。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会：合理化桁に関するデザインマニュアル，次世代土木鋼構造研究特別委員会合理化桁の設計法小委員会報告書，2000.
- 2) 平沢秀之，林川俊郎，佐藤浩一，高橋宏明：曲線2主桁橋における横構の効果について，構造工学論文集，46A，pp.1307-1314，2000.
- 3) 平沢秀之，田上優介，林川俊郎，佐藤浩一：曲線橋2主桁橋のニーブレースによる補剛効果について，鋼構造年次論文報告集，第9巻，pp.81-88，2001.