

## パイプトラス橋格点構造に対する疲労強度の解析的検討

NKK 正会員 栗原康行      NKK 正会員 加藤真志  
 NKK 正会員 川畑篤敬      NKK 正会員 猪村康弘  
 日本鑄造(株) 石山昌幸

### 1. まえがき

橋梁の低コスト化が求められ数々の新形式橋が発案される中、美観に優れ工費低減の可能なパイプトラス橋(図1)が注目を集めている。我が国では小規模のものを除き道路橋に採用した実績がないが、これを実現させるためには、設計上の要となる格点構造が、施工性に優れ、安価に製作が出来、十分な疲労強度を有するものである必要がある。そこで、疲労強度に大きな影響を及ぼす応力集中という観点から、実現性の高い格点構造について考察を行った。

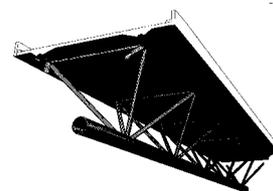


図1 パイプトラス橋

### 2. 対象格点構造

幾つかの格点形式について概略設計を行いコスト・美観の観点から、詳細設計を行う格点構造として、以下の3種類を選定した。まず、鋼管を使用したパイプトラス橋として知られるルーリー橋(スル)で採用された(1)「パイプ分岐型継手構造」、次に、格点構造に鑄造構造を用い、複雑に応力の交差する斜材相貫部に鑄鋼を集中させ、弦材の座屈防止のためにカバープレートの役割を同時に担わせた(2)「C型鑄造継手構造」、さらにパイプ分岐継手の特徴と形状の自由性を持った鑄造構造の利点を活かし応力集中箇所の肉厚を調整し最小限の材料で応力集中低減を図った(3)「筒型鑄造継手構造」、の格点構造について疲労強度の解析的検討を行った(表1)。

表1 対象継手構造

	(1)パイプ分岐継手構造	(2)C型鑄造継手構造	(3)筒型鑄造継手構造
モデル図			
特長	美観	製作性	(1)の美観 (2)の製作性
課題	製作性	材料コスト	+ 材料コスト低減化

### 3. 解析条件

対象とした格点は4本の斜材を有するDK(Double K)型継手構造であるが対称性を利用して断面の中心線より半分の1/2対称モデルを作成し3次元弾性微小変位解析を行った。拘束条件については、弦材の片方の端部を完全に固定し一方の端部の回転を固定したまま橋軸方向の移動を自由にした。載荷条件については、橋梁全体モデルの影響線載荷により算出された値を用いた。具体的には斜材軸力として161tfの圧縮・引張り力、弦材軸力として421tfの引張り力を加えた(図2)。

解析モデルの要素は、ソリッド要素を用いた。また、溶接のモデル化については、突合せ溶接の場

キーワード 格点構造、継手、パイプトラス、疲労

〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1-1 NKK京浜ビル TEL.(044)322-6337 FAX.(044)322-6519

合は面的に要素接合し、隅肉溶接の場合は線的に要素接合したものとした。このため、隅肉溶接の解析結果は若干高めの値が算出され安全側の解析値となる。また、応力集中係数算出のために、格点部周辺を梁理論で解いた部材軸応力値を公称応力として算出しておりその結果を表2に示す。



図2 荷重条件

表2 公称応力値

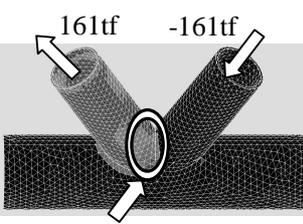
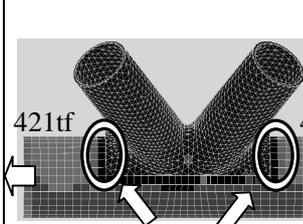
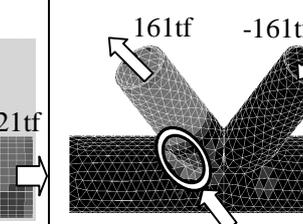
単位：kgf/mm<sup>2</sup>

部材	斜材軸力条件	弦材軸力条件
S1	9.48	0.00
S2	-7.45	0.00
S3	-7.81	10.21
S4	0.00	10.21

### 3. 解析結果

以下、FEM解析によって得られた結果を疲労強度への影響が大きい引張り応力に対し比較検討を行った。この時、相対的な比較を行うために最大主応力値を公称応力(表2)で除した「応力集中係数」による比較した結果を示す(表3)。これらの結果から(1)パイプ分岐継手構造の斜材軸力による最大応力発生は、斜材軸力作用時に相貫線上の点で発生している。この理由として相貫部において斜材軸力が圧縮・引張り互い違いで作用するせん断力に起因した応力集中であることがわかった。(2)C型鑄造継手構造の最大応力発生は、弦材軸力作用時にカバープレート状の鑄物長手先端中央部に発生する。この理由としてカバープレート状の鑄造先端と弦材の境界付近において剛性の差が著しくなり弦材軸力がカバープレート先端溶接部に流れ込み応力集中を引き起こしているものと考えられる。(3)筒形鑄造継手構造は、パイプ分岐継手で応力集中の原因となった相貫部で継手内部の板厚を厚くし、C型鑄造継手で応力集中の原因となったカバープレート状の鑄造部を無くしていることにより応力集中が非常に小さく抑えられた構造となり、斜材および弦材軸力に対して3つの格点構造の中で最大主応力、応力集中係数とも最小の値を得る構造となることがわかった。

表3 各継手比較

	(1)パイプ分岐継手構造	(2)C型鑄造継手構造	(3)筒形鑄造継手構造
コンター図 (最大主応力)	 27.6 kgf/mm <sup>2</sup>	 32.0kgf/mm <sup>2</sup>	 18.1 kgf/mm <sup>2</sup>
最大応力発生荷重	斜材軸力時	弦材軸力時	斜材軸力時
応力集中係数	2.91	3.14	1.97

### 4. まとめ

従来構造及び提案する新形式の格点構造についての応力状態を数値解析的に明らかにし、各構造の応力集中箇所を特定することができた。この結果、新たに提案した筒形鑄造継手構造の応力集中の低減効果が高く疲労耐久性に優れた構造であることが確認できた。

現在、それぞれの格点構造に対して疲労試験を実施しており、結果については別の紙面にて紹介する予定である。