

リベット接合を用いた鉄道用鋼橋の特性に関する研究

前橋工科大学 学会会員 ○上原 可夢居 正会員 谷口 望
JR 東日本研究開発センター・フロンティアサービス研究所 正会員 後藤 貴士 山本達也

1.背景・目的

近年、構造物の維持管理の重要性が高まっている中で、リベット桁の維持管理が注目される。リベット接合は昭和 30 年頃まで主要な接合方法であった。その後、(溶接の手間やコスト面の問題もあり) ボルト接合が一般的になったため、リベット接合は現在適用されていない。リベット接合を用いた鉄道用鋼橋を維持管理していく上で、リベット接合の耐久性について研究していく必要がある。リベットとは、片側が円盤状になっていて、反対側のここの部分を熱で柔らかくさせた後、専用のハンマーで端部を叩いて締固め、塑性変形させて使用する鋼材である。リッベト接合とは、穴を開けた鋼材同士を重ねて穴の位置を合わせ、その穴にリベットを差し込み、反対側も円盤状に潰すことで鋼材同士を固定する接合のことである。図-1 は実際にリベット接合を使用した橋梁である。リベット接合はボルト接合より耐久性が高いと考えられている。その理由として、・錆びにくい ・緩みにくいが挙げられる。本研究では、この理由について理論的に解明するため、リベット施工時に生じる鋼板の残留応力の再現について検討を行う。

2. 解析方法

解析は有限要素法解析コード FINAL を用いて行う。図-2 は本研究で扱うモデルの寸法図で、これを FINAL で図-3 の解析モデルに変換し、リベット施工を温度解析として行う。図-3 FINAL 解析モデルに温度荷重により、リベット施工時の膨張を再現することとし、温度は仮定として 40℃、60℃、80℃で載荷を行う。モデルの境界条件は、リベット上端と下端を z (並進, 回転)拘束、x ,y(並進, 回転)拘束無しで設定する。また二枚の母材の間は Film 要素を挿入している。載荷後、それぞれ全体の応力比較、中央部のリベットと端部のリベットの応力の差異、リベット周辺の応力の比較も行っていく。また解析モデルの降伏温度の解析、変形図から変形挙動を明らかにする。そして解析結果からリベットの耐久性メカニズムを解析していく。



図-1 リベット接合を使用したリベット桁

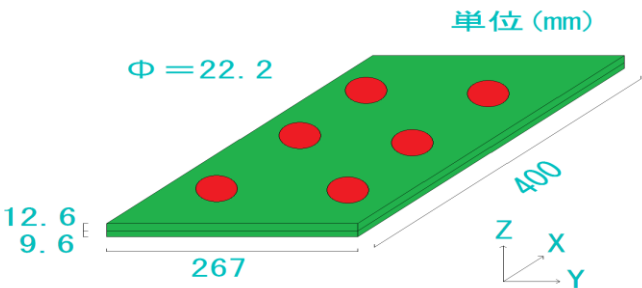


図-2 リベット桁 寸法図

表-1 材料条件

弾性係数	200kN/mm ²
ポアソン比	0.3
引張降伏点	235N/mm ²
線膨張係数	1.0×10 ⁻⁵
初期温度	20℃

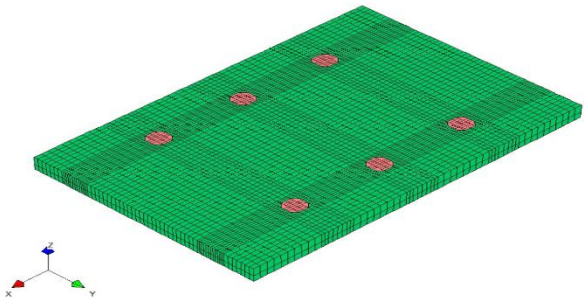


図-3 FINAL 解析モデル

キーワード リベット接合 リベット桁 FEM

連絡先 〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0111

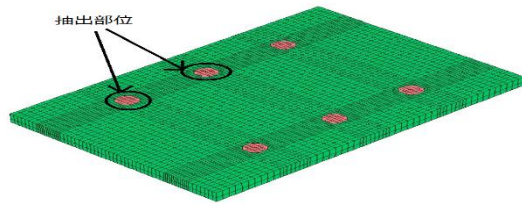
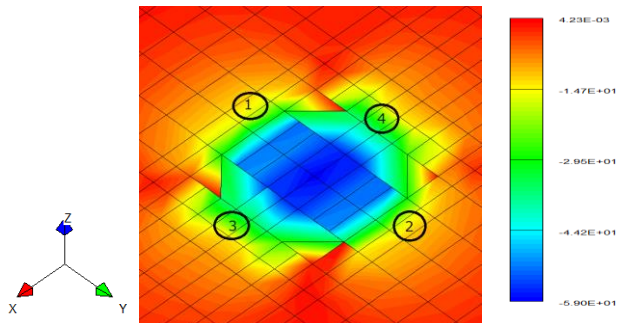


図-4 抽出部位

図-5 抽出部位コンター図(単位 N/mm^2)

4.解析結果

リベットがリベット桁の中央部と端部にある場合で応力に差異があるかを確認するため、図-4のリベット桁からリベットを中央部と端部から抽出し、図-5の最小主応力コンター図として解析を行なった。リベット周辺の4か所から抽出して得られた結果が、表-2である。結果は圧縮応力の方が大きくなっており、中央部、端部ともにほぼ同値の結果となった。また温度荷重 60°C 、 80°C のときも同様の結果となったため、リベットは中央部、端部ともに応力が一様に作用すると考えられる。次に降伏状態になる温度を解析した結果が、図-5である。温度荷重約 100°C で降伏応力 235N/mm^2 を超え、降伏状態になる温度は約 100°C であることが判明した。図-6(拡大倍率 2.0×10^3) はリベット桁降伏時(100°C のとき)の変形図である。 40°C 、 60°C 時では大きな変形がみられなかったが、降伏時 100°C では大きく変化をみせ、桁全体が歪む挙動を示し、図-7からリベットが鉛直(Z)方向に膨張していることがわかった。温度荷重を上げてくにつれ、最小主応力(圧縮)は大きくなり、それに伴いリベットも膨張しているが 100°C 時点で Film 要素での剥離はみられなかった。また母材間の剥離もない結果となった。

5.まとめ

リベット施工時に生じる圧縮残留応力の再現を試みた。本解析の結果、リベット部からの応力により、フランジ母材への圧縮残留応力が生じ、この影響により、緩みが生じにくくなることや、フランジに圧縮応力が導入されることで疲労亀裂が生じにくくなることが予想できた。なお、実際に生じる残留応力の大きさについては、今後検討を行う。

表-2 温度荷重 40°C 载荷結果

	最大主応力(N/mm^2)		応力比
	端部	中央部	端部/中央部
1	12.58	12.52	1.00
2	10.81	10.92	0.99
3	11.14	11.51	0.96
4	11.85	11.94	0.99

	最小主応力(N/mm^2)		応力比
	端部	中央部	端部/中央部
1	-15.24	-15.10	1.00
2	-13.71	-13.51	1.01
3	-17.24	-17.24	1.00
4	-16.92	-16.87	1.00

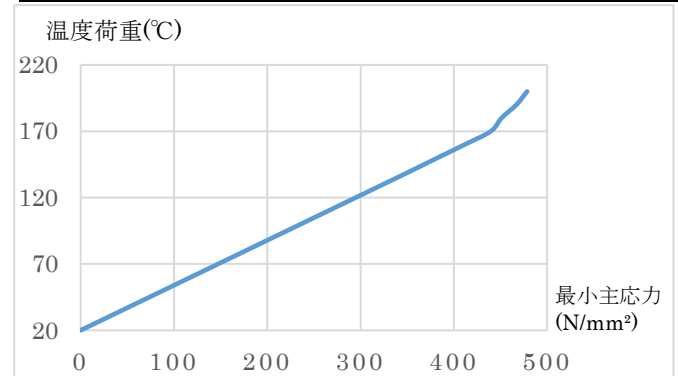
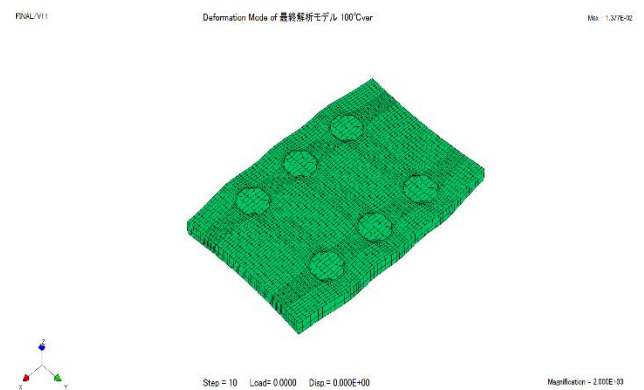
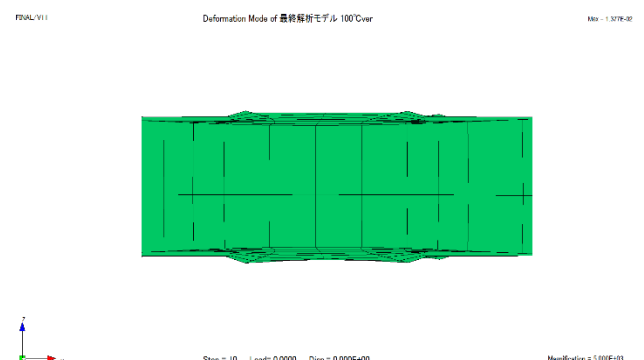


図-5 最小主応力-温度荷重

図-6 温度荷重 100°C 時のリベット桁変形図図-7 図-6のX-Z面での拡大図(拡大倍率 5.0×10^3)