

I-A201 鋼製橋脚へのフィラープレートを用いた高力ボルト接合の適用の検討

首都高速道路公団 正会員 角田浩

松尾橋梁

岩見章博

松尾橋梁

正会員 中村俊文

日本鉄塔工業

中村和彦

1. はじめに

省力化設計の1ブロック1断面という手法により鋼製橋脚を設計する場合、断面変化位置が現場継手位置となるため、接合線前後に板厚差が生じる。このため、現場継手に高力ボルト接合を適用する際には、フィラープレートの挿入で対処することになる。接合線前後の母材間の応力が、添接板を介して摩擦接合により伝達されていることを考慮し、薄い側の母材に着目すると、内面、外面それぞれの添接板軸心と母材軸心との距離の差による付加曲げ応力が発生する。軸力の卓越する脚柱部材を対象に、この付加曲げ応力が継手部付近の母材に与える影響についてFEM解析により検討を行った。

2. 解析の概要

(1)解析モデルの設定

図-1に示す縦リブを有する脚柱断面について検討を行うものとし、断面の対称性を考慮して、縦リブで区切られる2つのパネルの中心間を解析の対象とした。板厚差の影響による付加曲げ応力を評価するために、フィラープレートを使用するケース1と使用しないケース2を設定した。

ケース1として、母材の板厚差13mmを設定し、フィラープレートの挿入位置を下側断面の脚外面とした。また、縦リブにも、3mmの板厚差を与えた。ケース1の継手部形状図を図-2に示す。

ケース2として、接合線前後の断面がケース1の下側断面と同じものを設定した。

(2)解析条件

- a)解析には板厚方向の軸心のずれを忠実に表現するためにソリッド要素を使用した。
- b)ボルト軸力としてボルト中心位置に20.5tfの集中荷重を作用させ、接合面のすべり係数を全接合面において0.4として、母材、フィラープレート、添接板間の摩擦接合をモデル化した。ただし、ボルト孔の影響は考慮していない。
- c)脚柱部材は軸力、脚面内・面外の曲げモーメントを受ける部材であるが、軸力のみを受ける部材と仮定し、両ケース共通の断面（下側断面）において公称値が 1858kgf/cm^2 （ケース1の上側断面では 1282kgf/cm^2 ）となる等分布荷重を上側断面上部から作用させた。

以上の条件により作成したケース1の解析モデルを図-3に示す。

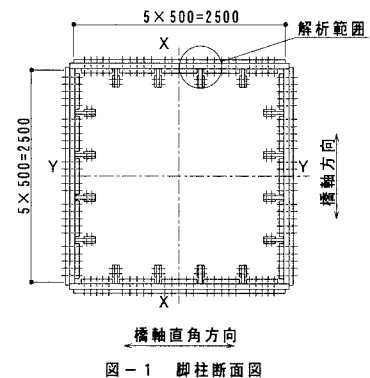


図-1 脚柱断面図

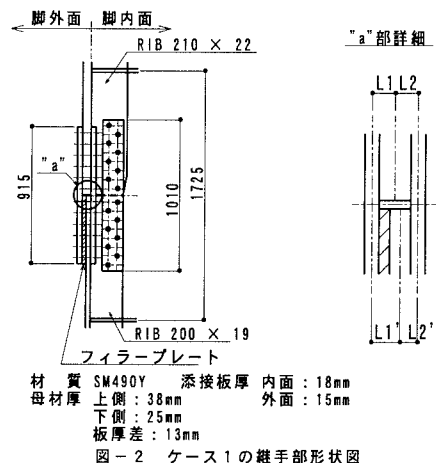


図-2 ケース1の継手部形状図

キーワード：省力化設計、付加曲げ応力、FEM解析

連絡先：〒590-0977 大阪府堺市大浜西町3番地 松尾橋梁株式会社 TEL0722-23-2691

3. 解析結果と考察

ケース1、2ともに下側断面において母材の内面、外面で応力差が見られ、添接板端部付近で母材に許容応力度($\sigma_a=2100\text{kgf/cm}^2$)を超過する応力が発生している。図-4-a、bにケース1の母材下側断面の応力コンター図を示し、添接板端部付近の母材応力度を表-1、2に示す。

ケース2では、許容応力度を超過する範囲が母材内面、外面ともボルト位置付近の局部に限定されている。しかし、ケース1については、母材内面ではボルト位置付近の局部に限定されるが、フィラープレート挿入面である母材外面において広い範囲に分布している。

広い範囲に分布する応力について、母材内面、外面の応力差に着目すると、ケース2で 100kgf/cm^2 程度であるのに対し、ケース1では 500kgf/cm^2 程度となっている。

また、縦リブでは、ケース2のボルト位置付近で許容応力度を超過する応力が発生しているが、広い範囲に分布する応力は、ケース1、2ともに許容応力度以下である。A面、B面の応力差については、ほとんど現れていない。

以上の結果から、ボルト位置付近には、ボルト軸力の影響により局部的な超過応力が発生するが、通常の設計で一様な分布とみなして高力ボルト接合を適用していることを考慮すれば、本検討の結論に影響を及ぼすものではない。しかし、ケース1における広い範囲に分布する応力の母材内面、外面の応力差については、付加曲げ応力が現れているものと考えられる。

4. まとめ

今回の解析において、3mmの板厚差を設定した縦リブでは、ほとんど付加曲げ応力の影響が現れなかった。しかし、13mmの板厚差を設定した母材の添接板端部付近に許容応力度を超過する応力が発生したことから、脚柱へのフィラープレートを用いた高力ボルト接合の適用においては、付加曲げ応力の影響を無視できないことがわかった。今後、板厚差、荷重条件等に関するさらなる検討が必要である。

参考文献

本州四国連絡橋公団 鋼上部構造の設計にFEM解析を適用するためのガイドライン(案) 1993年4月

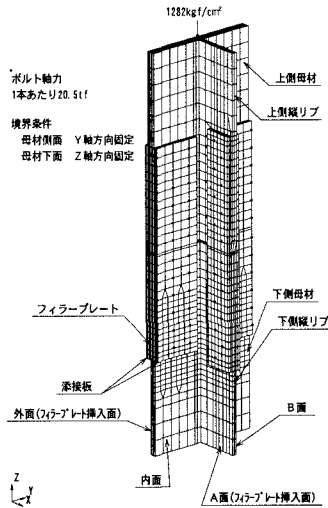


図-3 ケース1の解析モデル図

表-1 局部的な発生応力度の最大値
単位: kgf/cm^2

	ケース1(フィラー有)	ケース2(フィラー無)
母材外面 σ_o	2603	2444
母材内面 σ_i	2261	2273
$\sigma_o - \sigma_i$	342	171
縦リブ A面 σ_A	1872	2200
縦リブ B面 σ_B	1883	2200
$\sigma_A - \sigma_B$	-11	0

表-2 広い範囲に分布する応力範囲
単位: kgf/cm^2

	ケース1(フィラー有)	ケース2(フィラー無)
母材外面 σ_o	1800~2500	1800~1900
母材内面 σ_i	1800~2000	1800~2000
縦リブ A面 σ_A	800~1900	1600~2000
縦リブ B面 σ_B	800~1900	1600~2000

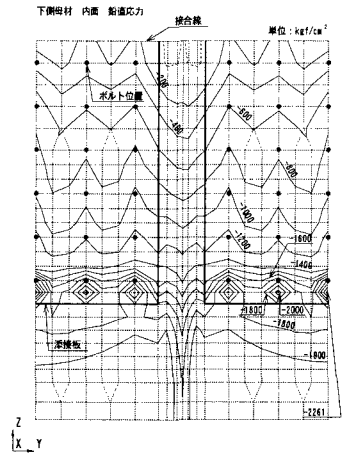


図-4-a ケース1の母材下側断面内面の応力コンター図

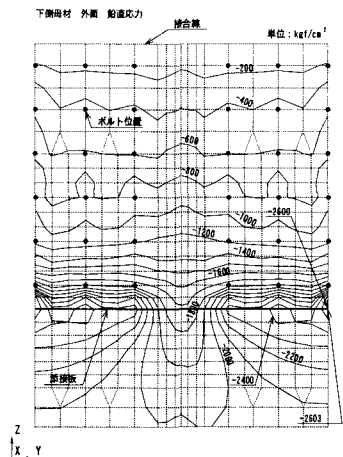


図-4-b ケース1の母材下側断面外面の応力コンター図