

日本構研情報	正会員	○狩野 正人
日本構研情報	正会員	富田 耕司
片山ストラテック	正会員	石原 靖弘
片山ストラテック	正会員	小林 剛
近畿大学理工学部	正会員	谷平 勉

1. はじめに

高力ボルト摩擦接合継手部の耐久性に関して、ボルト軸力の経年変化を考える場合、著しいボルト軸力の低下は、腐食に原因を求めがちである。なるほど、腐食によって高力ボルトの一部が減肉した場合に、ボルト軸力が低下することは明らかであろうが、どの程度低下するのかということについては、案外はっきりしておらず、これに関する既往の研究^{1),2)}も少ないように思われる。そこで、本研究では、手始めとして、ボルト頭部が腐食によって減肉する場合を想定し、高力六角ボルトの頭部高さの減少とボルト軸力低下の関係を、FEM解析によって明らかにする。

2. 高力ボルトの簡易モデル

高力六角ボルトの頭部が腐食する場合、角部が腐食しやすいため、上面と側面との角が削られるように減肉し、トルシア形高力ボルトの頭部のような丸みをもった形状に変化しつつ、高さも減少していくものと思われる。しかし、ここでは、問題を簡単にするために、頭部の高さのみが一様に減少するものと仮定する。

また、FEMモデルにおいて、軸力を作用させたまま、頭部の要素を削減

していくことはかなり煩雑な作業となるので、図1に示す簡易モデルを参考に、次のような考え方にもとづいて、ボルトの頭部高さとボルト軸力との関係を求めることにする。

- 1) 母材・添接板は剛体と考える。厚さは ℓ で変化しない。
- 2) ボルトの無応力長を ℓ_0 、ボルトの等価ばね定数を k_0 とする。
- 3) ボルトの初期導入軸力 F_0 は次式で算出される。

$$F_0 = k_0(\ell - \ell_0) \quad (1)$$

- 4) ボルトの頭部高さが H_0 から H_1 に変化したとき、ボルトの等価ばね定数が k_0 から k_1 に変化したとすると、このときのボルト軸力は次式で表される。

$$F_1 = k_1(\ell - \ell_0) \quad (2)$$

- 5) したがって、ボルトの頭部高さの異なる数個のモデルから、ボルトの頭部高さ H とボルトの等価ばね定数 k の関係が、 $k = f(H)$ のように求められれば、ボルトの頭部高さ H とボルト軸力 F の関係は、次式で表される。

$$F = (\ell - \ell_0)f(H) \quad (3)$$

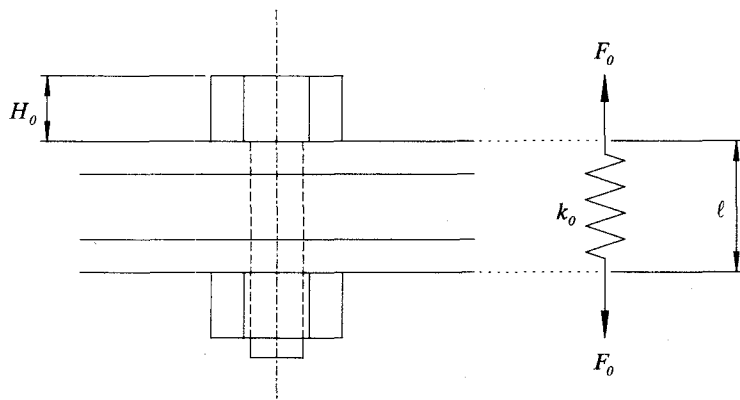


図1 高力ボルトの簡易モデル

3. FEMモデル

図2に解析に用いたFEMモデルを示す。解析対象はM22の高力ボルトおよび座金とし、全てソリッド要素でモデル化した。ただし、対称性を考慮して1/4モデルとした。境界条件は、座金底面を鉛直に支持し、半径方向に可動とし、ボルト頭部と座金との接触面は剛結とした。荷重は、ボルト軸部を首下長さ25.5mmまでモデル化し、ボルト軸部下端に引張力を強制変位で作用させた。なお解析には、MSC/NASTRANを用いた。

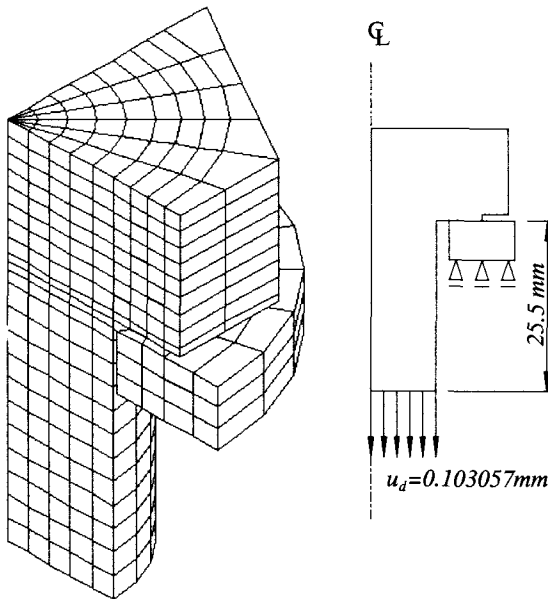


図2 FEMモデル

図3 境界条件・荷重条件

図4 頭部高さ と軸力との関係

4. 解析結果

図4にFEM解析によって得られた頭部高さ と軸力との関係を、表1に等価ばね定数を示す。これより、ボルト頭部の高さが半分程度に減少しても、ボルト軸力は、10数%しか減少しないことがわかるが、頭部高さの減少とともに低下率が大きくなることが、図4から読み取れる。

表1 等価ばね定数の変化

	ケース1	ケース2	ケース3
頭部高さ (mm)	14.00	10.89	7.78
ボルト軸力 (kN)	200.0	192.7	177.6
等価ばね定数 (N/mm)	1.94×10^6	1.87×10^6	1.72×10^6
低下率 (%)	—	3.7	11.2

5. おわりに

本研究では、高力六角ボルトの頭部高さの減少とボルト軸力低下の関係を、FEM解析によって明らかにした。今回はかなり大胆な仮定を設けて解析を行なったが、既往の研究²⁾と比較して、ほぼ妥当な結果が得られた。高力六角ボルト頭部の(上面と側面との)角部付近は、応力的にはあまり有効ではなく、実際に効いているのは、ちょうどトルシア形高力ボルトの頭部形状のような範囲であることが知られている。したがって、トルシア形ボルトの場合でも、頭部が錆びて減少すると軸力低下が厳しくなると思われる。今後は、より実際の減肉形状を反映させて、腐食の部位や程度と、軸力低下との関係を明らかにしていく必要があると思われる。

参考文献

- 1) 内田・西村・宮永：耐候性鋼裸使用橋梁の耐用性についての一考察，土木学会第35回年次学術講演会講演概要集 I-108, pp.213~214, 1980.9.
- 2) 大野・名取・村越：腐食減肉した高力ボルトの残存軸力測定，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集 I-260, pp.518~519, 1994.9.