

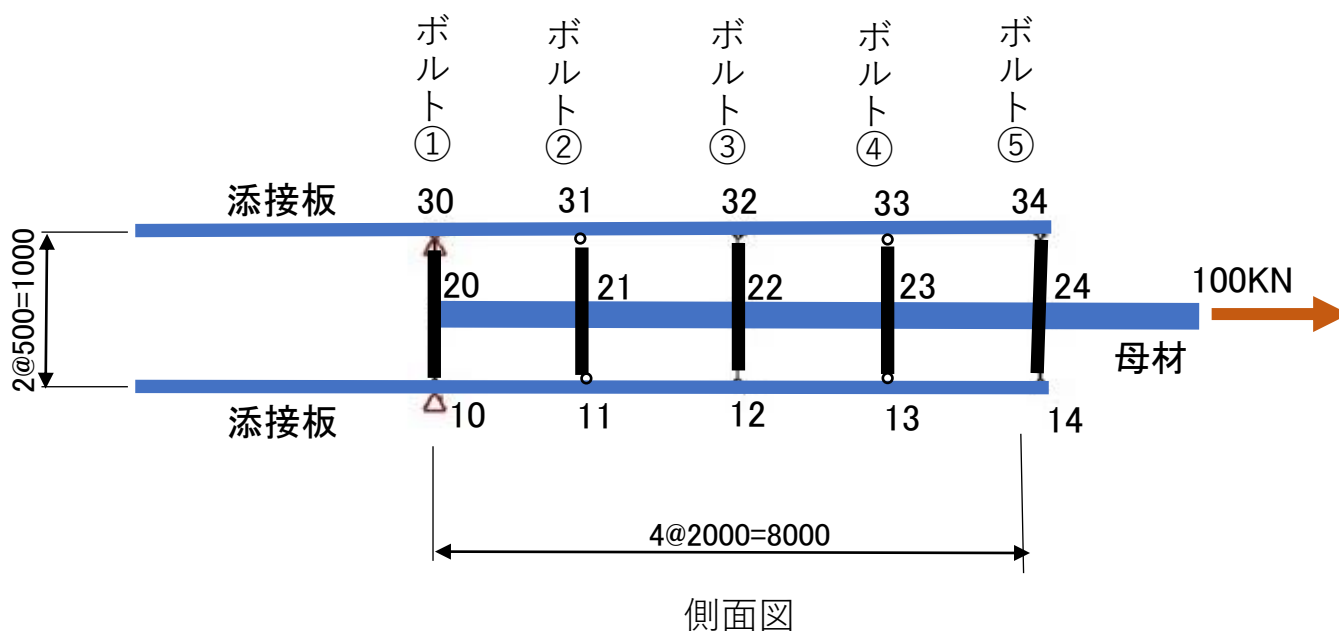
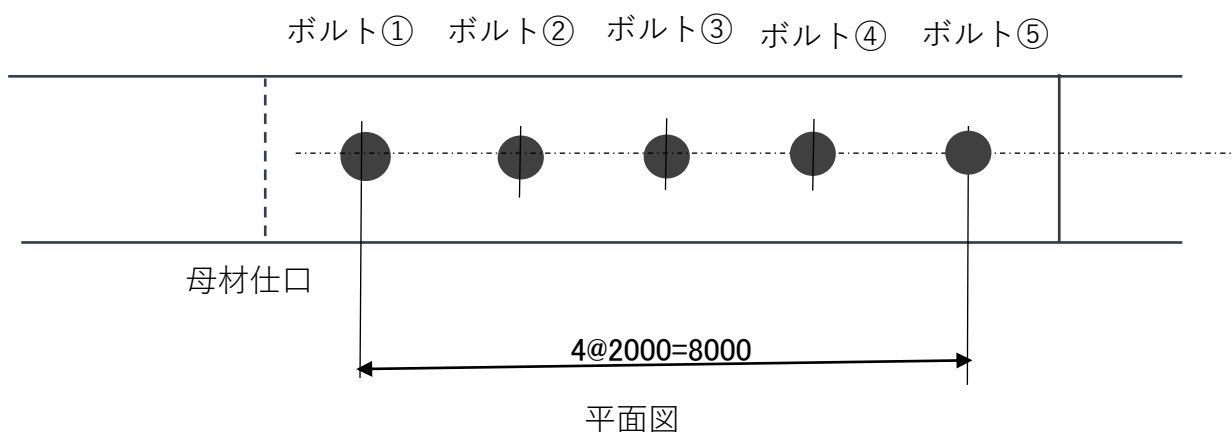
添接板腐食ボルトの取り替え手順の構造解析による検証

森 正忠

1. はじめに

腐食したボルトを取り替える場合、真ん中のボルトから両側に向けて取り替えて行くことになっているが、それを構造解析で検証してみた。検証は、ボルト5列で代表的なケースのみを検証する。

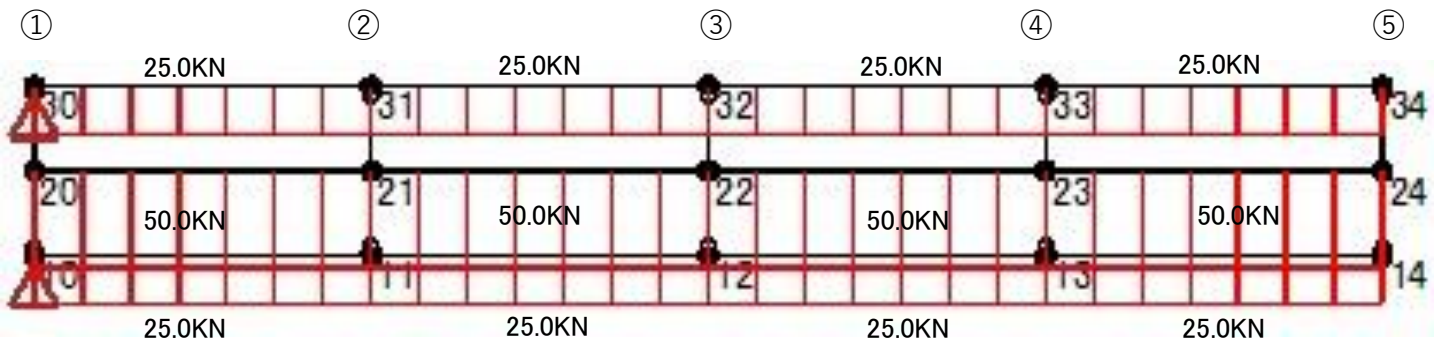
2. 添接部モデル化



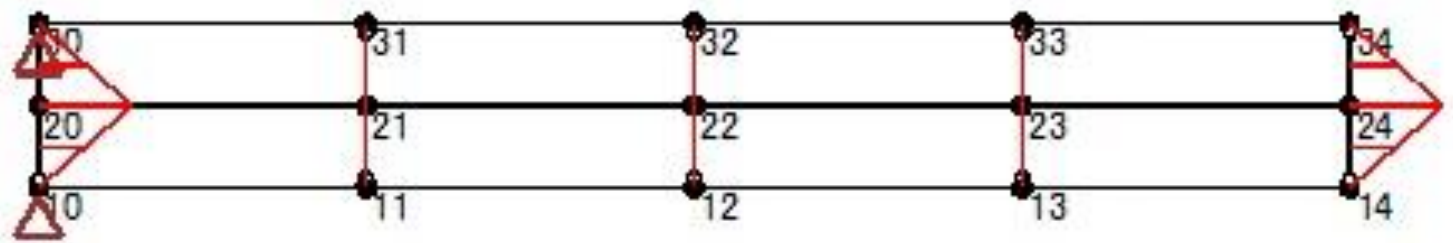
母材断面積 = 0.002 m^2 添接板 (1枚当り) = 0.001 m^2
ボルト断面2次モーメント = 1.000 m^4
弾性係数 = 100000000 KN/m^2

3. 構造解析結果

(1) ボルト取り替え前の構造解析結果



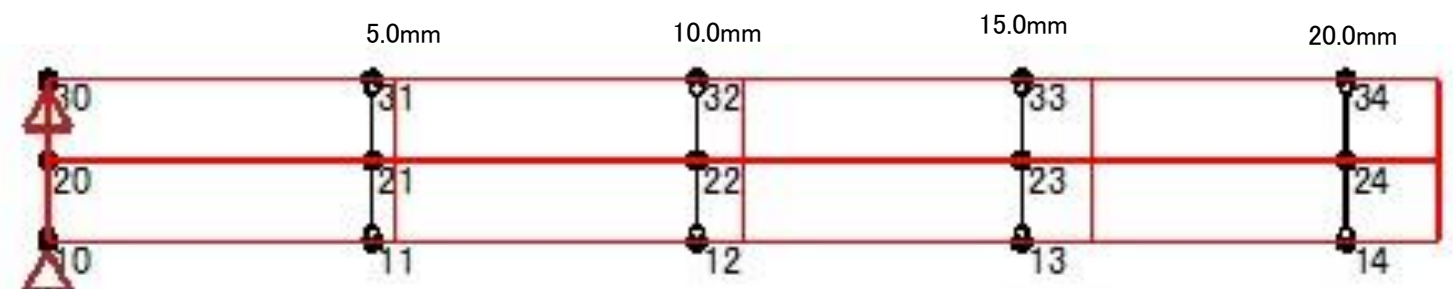
軸力図



ボルト曲げモーメント図

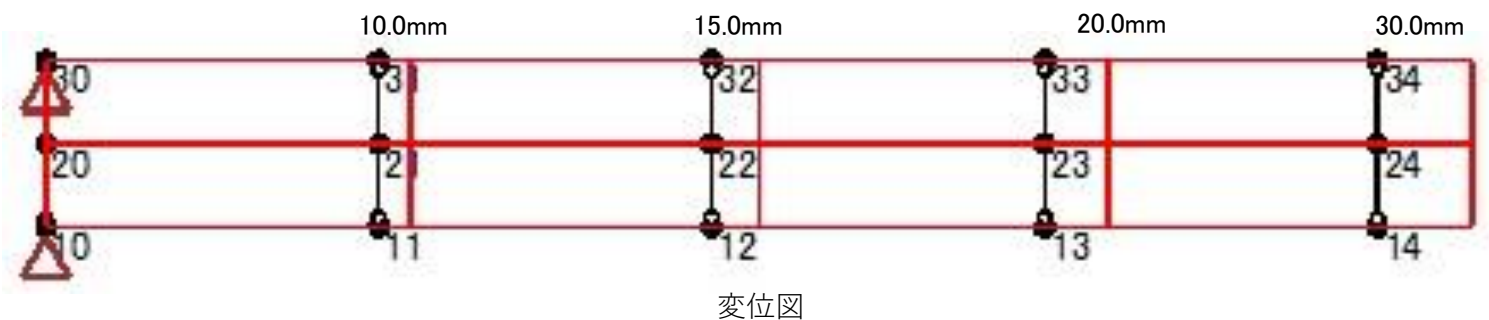
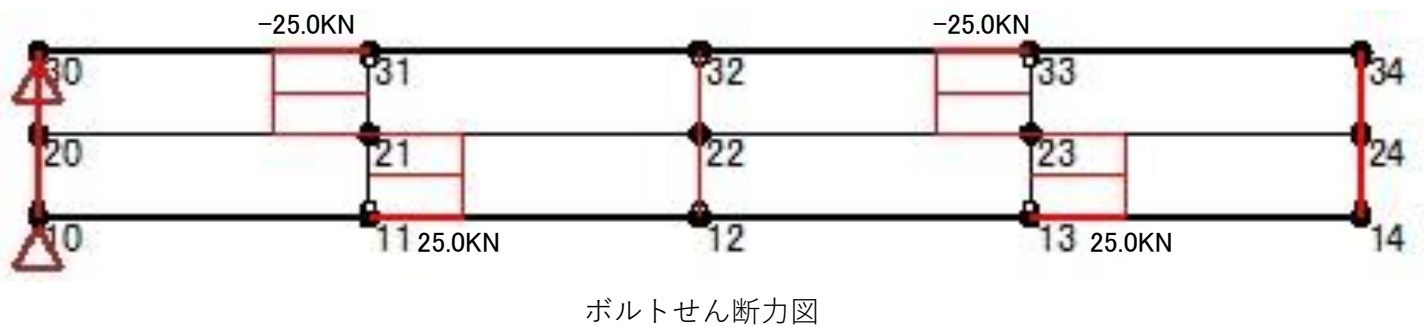
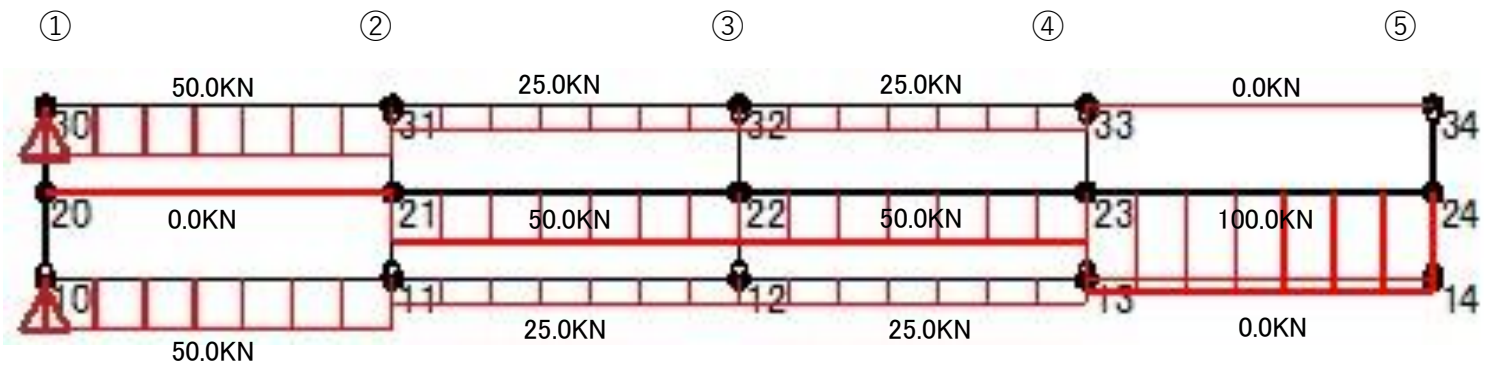


ボルトせん断力図

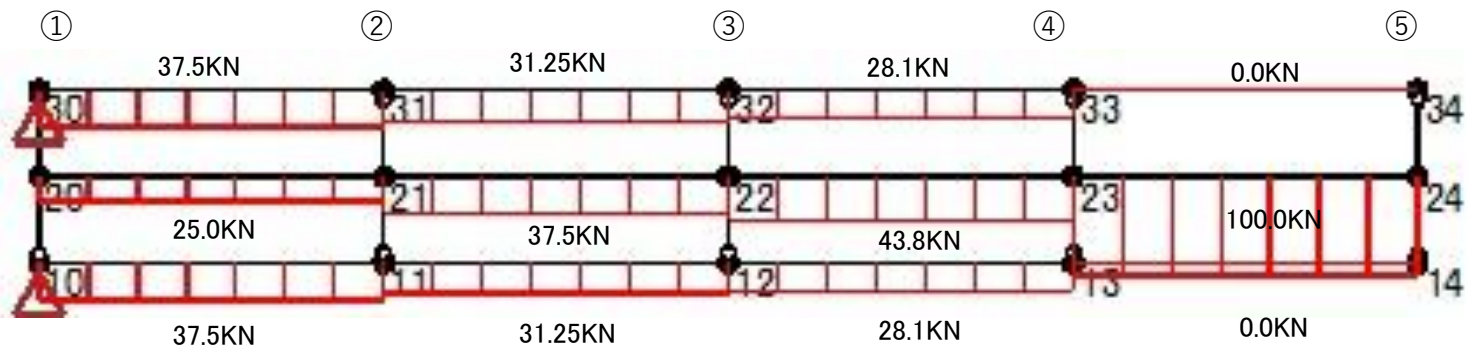


変位図

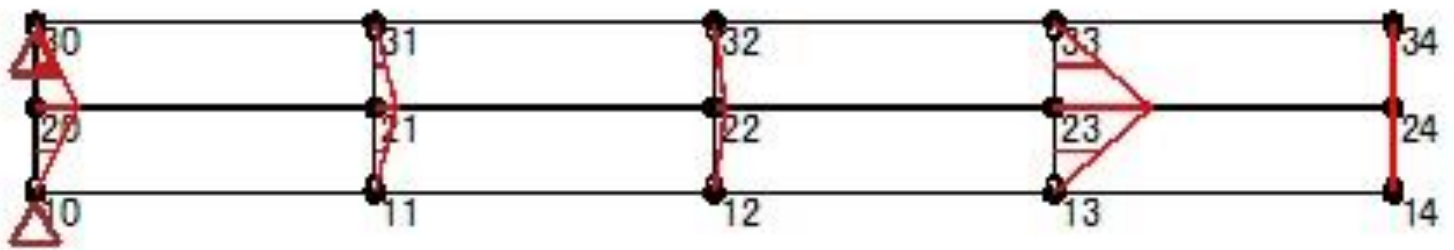
(2) ボルト③、④、②、⑤、①の順に取り替えた場合
 ボルト③、②、④、①、⑤の順に取り替えた場合



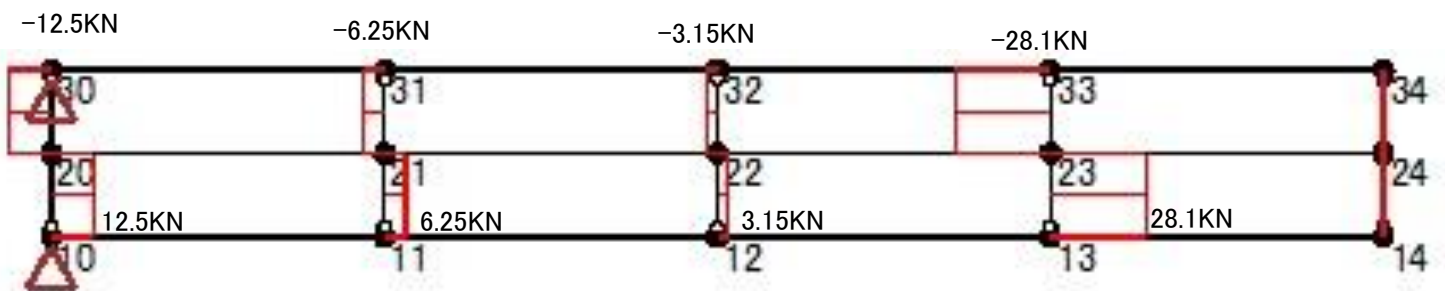
(3) ボルト①、②、③、④、⑤の順に取り替えた場合



軸力図



ボルト曲げモーメント図

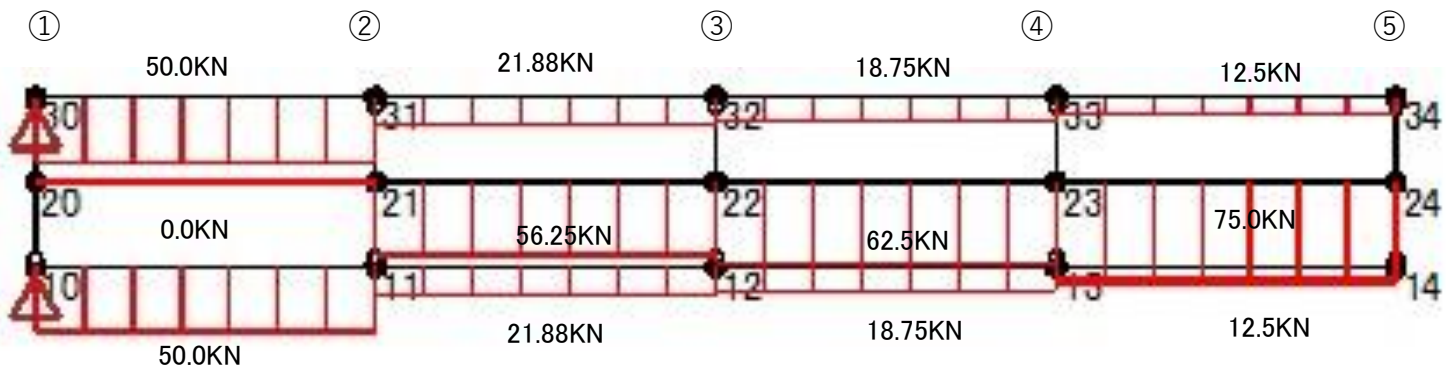


ボルトせん断力図

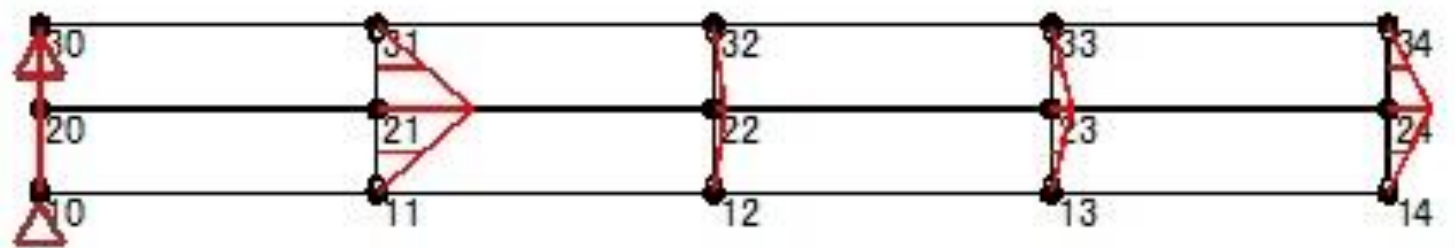


変位図

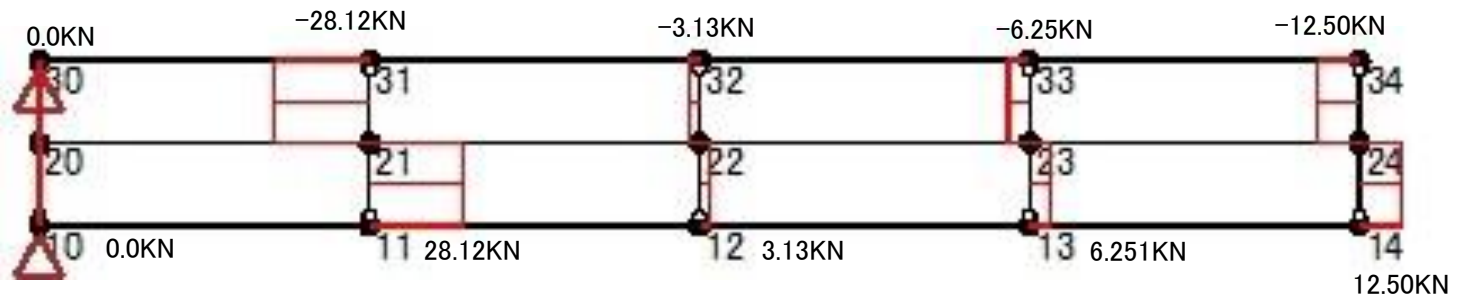
(4) ボルト⑤、④、③、②、①の順に取り替えた場合



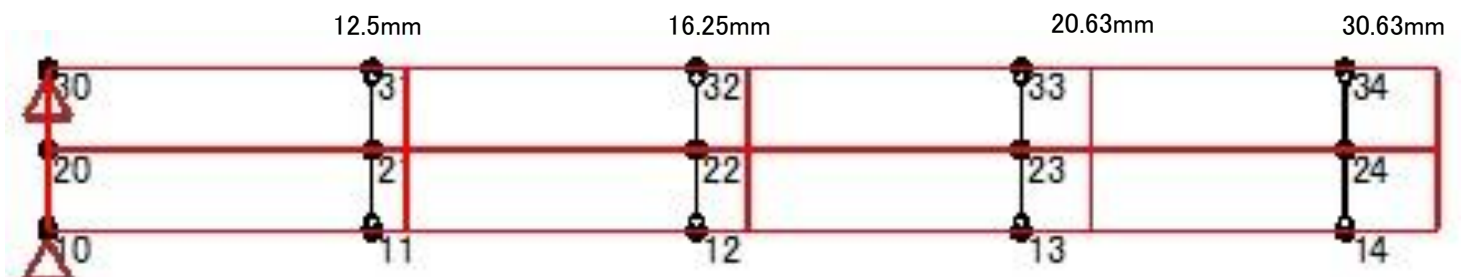
軸力図



ボルト曲げモーメント図



ボルトせん断力図



変位図

4. 構造解析結果総括表

取替え ケース	ボルト取替前		③④②⑤①		①②③④⑤		⑤④③②①		設計耐荷力	
			③②④①⑤							
部 位	軸 力		軸 力		軸 力		軸 力		軸 力	
	母材	添接板	母材	添接板	母材	添接板	母材	添接板	母材	添接板
①-②	50.0KN	50.0KN	0.0KN	100.0KN	25.0KN	75.0KN	0.0KN	100.0KN	100.0KN	100.0KN
②-③	50.0KN	50.0KN	50.0KN	50.0KN	37.5KN	62.5KN	56.25KN	43.76KN	100.0KN	100.0KN
③-④	50.0KN	50.0KN	50.0KN	50.0KN	43.8KN	56.2KN	62.5KN	37.5KN	100.0KN	100.0KN
④-⑤	50.0KN	50.0KN	100.0KN	0.0KN	100.0KN	0.0KN	75.0KN	25.0KN	100.0KN	100.0KN
	ボルトせん断力		ボルトせん断力		ボルトせん断力		ボルトせん断力		ボルトせん断力	
①	25.0KN		0.0KN		12.5KN		0.0KN		10KN	
②	0.0KN		25.0KN		6.25KN		28.12KN		10KN	
③	0.0KN		0.0KN		3.15KN		3.13KN		10KN	
④	0.0KN		25.0KN		28.1KN		6.25KN		10KN	
⑤	25.0KN		0.0KN		0.0KN		12.50KN		10KN	
	変 位		変 位		変 位		変 位		変 位	
①	0.0mm		0.0mm		0.0mm		0.0mm		0.0mm	
②	5.0mm		10.0mm		12.5mm		12.5mm		10.0mm	
③	10.0mm		15.0mm		16.25mm		16.25mm		20.0mm	
④	15.0mm		20.0mm		20.63mm		20.63mm		30.0mm	
⑤	20.0mm		30.0mm		30.63mm		30.63mm		40.0mm	

5. 考 察

設計計算ではボルトは均等に受け持つように設計しているが、力学的には仕口側①と反対側⑤のボルトに集中して受け持ち、ボルト②、③、④は、全く受け持っていない。これは、施工マニュアルの解説が、この解析で検証できた。

また、取り替え順序は、真ん中のボルトから両側に向けて取り替えて行くことになっている。総括表の③④②⑤①を見ると、母材、添接板、ボルトせん断力について、他のケースより、バランスが取れている。また、ボルト取り替えの変位量も他のケースより僅かに少ない。よって取り替え順序も、マニュアル通りの順序が一番適していることが、この解析で検証できた。

しかし、これらの手順はあくまで全てのボルトが健全に働いていることが前提である。ボルト解析途中でわかったことは、力が作用してるボルトを撤去すると隣接ボルト、大きな力が移動していく。もし、そのボルトが腐食等で力を受け持つ事ができない場合は、非常に危険な状態を招くことも考えられる。よって、腐食等でかなり劣化したボルトが存在する場合は、マニュアルの他に、構造解析で取り替え順序を確認することを、提案する。

構造解析について

本解析は、EzyFrame/Vを使用して解析した。緊張したボルトの解放は、ボルトの断面2次モーメントを一時的に0として、解放による変形量を求め、その量を部材に温度変化で与えて解析した。

EzyFrame : <https://www.seiwatec.com> よりダウンロード (フリーウェア・ソフト)