

腐食高力ボルトの残存軸力評価 に関する研究

琉球大学大学院
M2 丸山直人

目的

ボルトを抜いたりせず、簡易に腐食ボルトの残存軸力を算出
する方法を提案すること

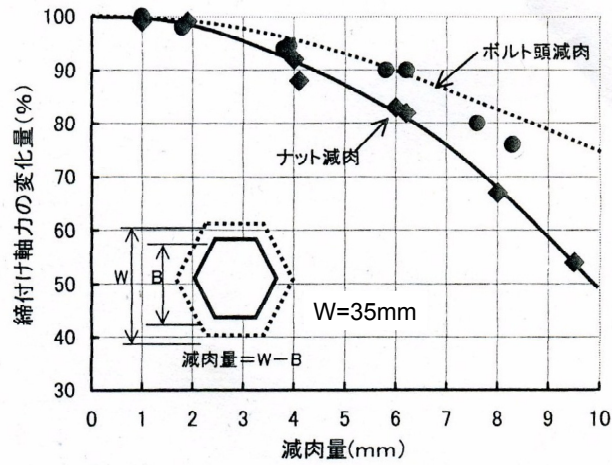


腐食した添接板



腐食ボルトナット部

起用の研究事例



高力ボルトの減厚に伴う締め付け軸力の変化

参考: 名取 暢・西川和廣・村越 潤・大野 崇 「網橋の腐食事例調査とその分析」
土木学会論文集 No.638/I-54,299-311 2001.1

計測方法

軸力計測方法

- | | |
|---|--|
| <p>ボルト抜く方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 戻しトルク法 ➢ ひずみゲージ法 | <p>ボルト抜かない方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ インパルスハンマ ➢ マイクロフォン ➢ 超音波 |
|---|--|

形状計測

- レーザー変位計による形状計測
- 石膏による型取り



トルクレンチ



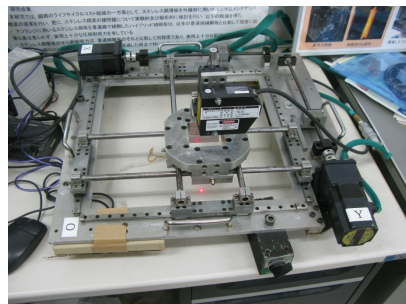
インパルスハンマ



ひずみゲージ法



マイクロフォン



レーザー変位計

戻しトルク法

トルクレンチによってナットを緩めた時の、トルクレンチについているメータのトルク値を読み取る方法

トルクと軸力の関係式 $T=K \cdot D \cdot N$

T: 締め付けトルク(N・m) K: トルク係数(ミルシート値を使用) N: ボルト軸力(N) D: ボルトの軸径(mm)

1. ナットを締める



2. ナットを緩める



3. トルク値をよみ取る



戻しトルク法結果

トルクと軸力の関係式 $T=K \cdot D \cdot N$ $N=T/(K \cdot D)$

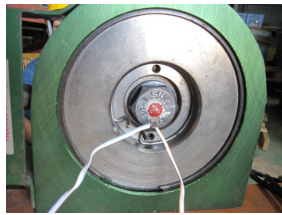
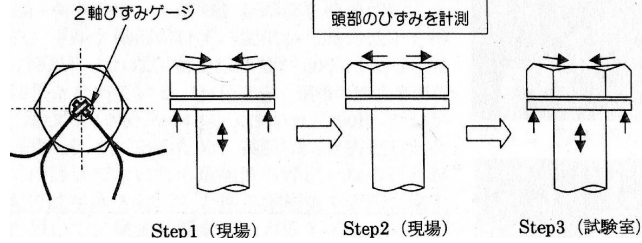
K=0.127(ミルシート値) D=22(ボルトの軸径)を使用

	1本目	2本目	3本目
締めたトルク値(N・m)	300	300	480
締めたトルク値(N・m)	107.37	107.37	171.8
戻しトルク値(N・m)	260	270	390
戻しトルク換算軸力値(KN)	93.06	96.64	139.58
戻しトルク精度(%)	86.67	90	81.25

- ・戻しトルク値は締めたトルク値の80~90%と少し低い値がでる傾向にあった。
- ・腐食ボルトではナットが緩められないため戻しトルク法は使えない。

ひずみゲージ法

ボルト頭部に2軸ゲージを貼る方法



1. ナットを締める



2. ナットを緩めひずみを計測する



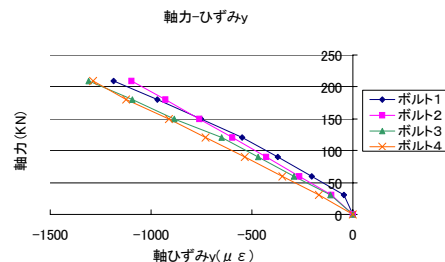
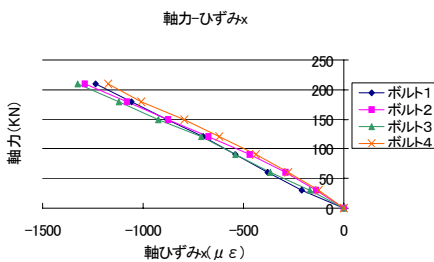
3. 抜いた時のひずみが出るまでナットを締める

ひずみゲージ法計測結果①

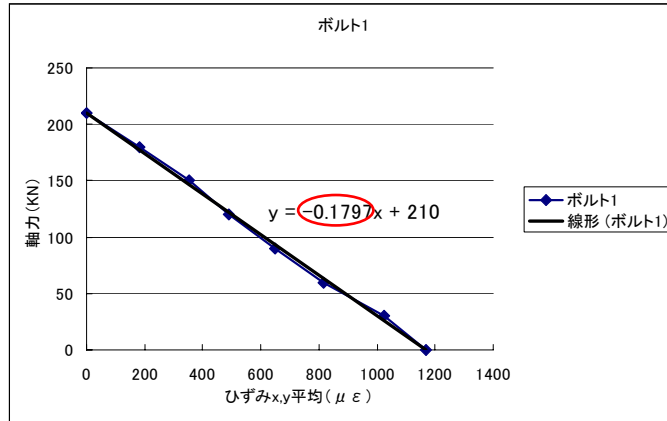
	抜いた時のひずみ		抜いた時のひずみ換算軸力(KN)	
	ひずみ x ($\mu\epsilon$)	ひずみ y ($\mu\epsilon$)	ひずみ x	ひずみ y
1本目	1152	1187	200	210
2本目	1267	1132	205	217
3本目	1202	1298	195	207
4本目	1090	1233	200	202

	平均軸力(KN)	精度(%)
1本目	205	97.62
2本目	211	100.48
3本目	201	95.71
4本目	201	95.71

ひずみゲージ法の精度は95%以上と高精度であった



ひずみゲージ法計測結果②

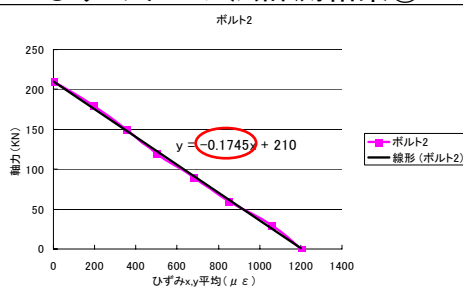


軸力とひずみのグラフから近似直線をえる。
この直線の傾きを係数として抜いた時のひずみにかけて軸力を算出する
ボルト1 抜いた時のひずみ_{x,y}平均1169.5 μ εより

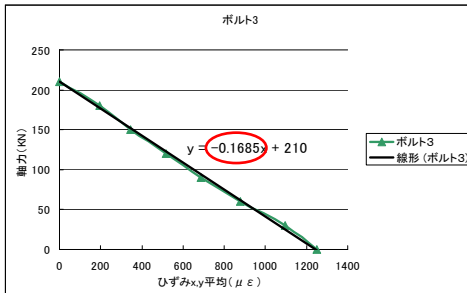
$$\text{軸力} = \text{近似直線の傾き} \times \text{抜いた時のひずみ}_{x,y}\text{平均}$$

$$= 0.18 \times 1169.5 = 210.51 \text{KN}$$

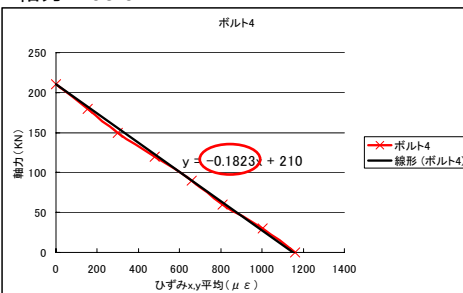
ひずみゲージ法計測結果②



ボルト2抜いた時のひずみ_{x,y}平均1199.5 μ ε
係数0.17
軸力: 203.92KN



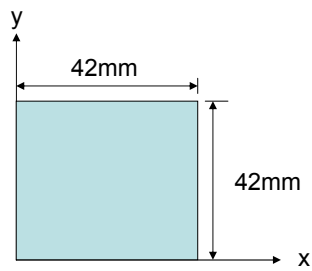
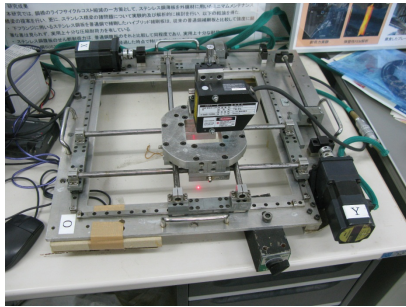
ボルト3抜いた時のひずみ_{x,y}平均1250 μ ε
係数0.17
軸力: 212.5KN



ボルト4抜いた時のひずみ_{x,y}平均1161.5 μ ε
係数0.18
軸力: 209.07KN

・初期導入軸力210KNに対し最大誤差2.9%
・ひずみゲージ法より得られた
係数の平均0.18をひずみゲージ法の係数とおく

レーザー変位計によるボルト頭の形状計測



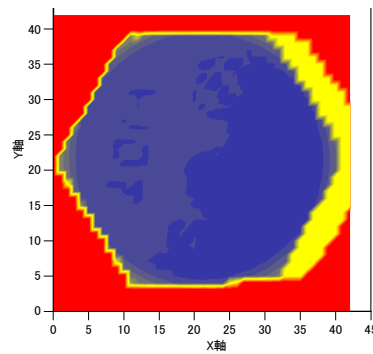
健全ボルト、腐食ボルト
測定範囲x,y42mm
縦横1mmピッチで計測

レーザー計測結果表面形状

(健全ボルト)



健全ボルト



健全ボルト、腐食ボルト
測定範囲x,y42mm
縦横1mmピッチで計測

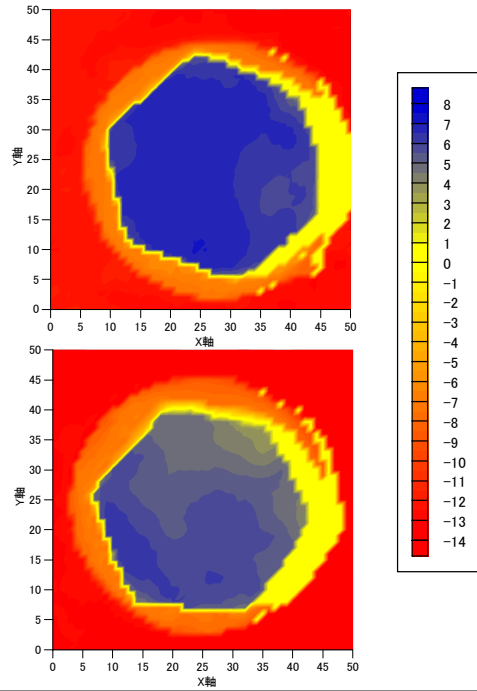
レーザー計測結果表面形状
(腐食ボルト)



G2-P17①-b



G2-P17①-c



実橋用 ボルト振動軸力算出(インパルスハンマ)

目的・・・軸力の違うボルトを叩いたとき、振動数と軸力に関係があるか調べる

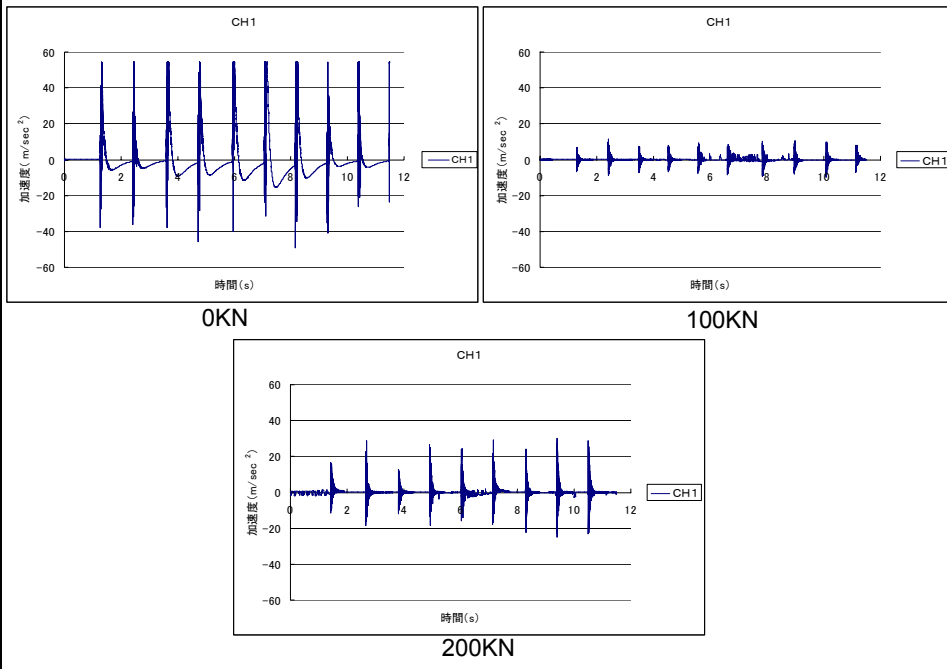


加速度計

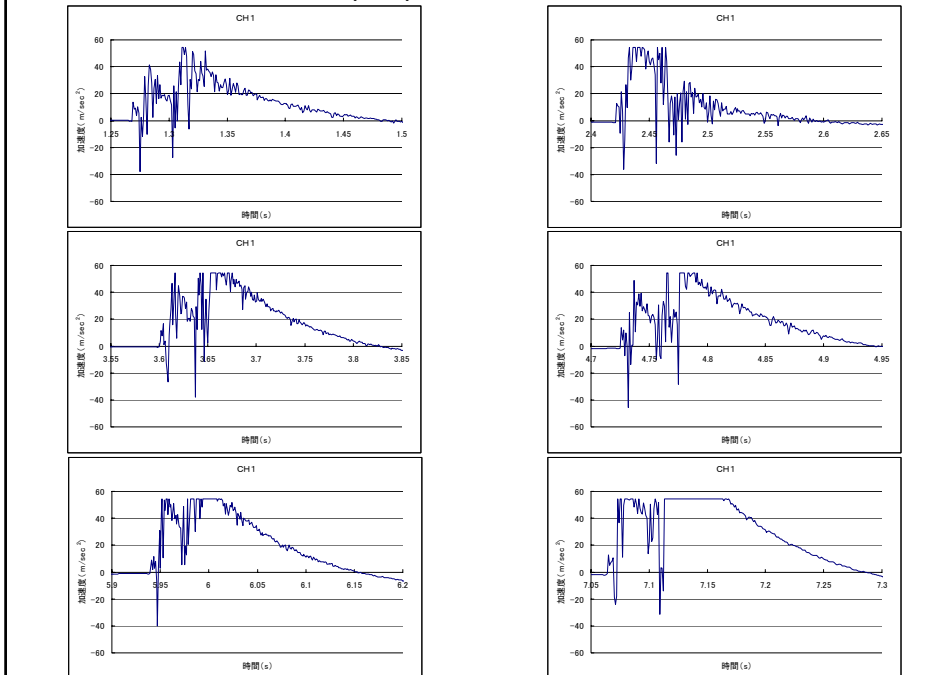


インパルスハンマー

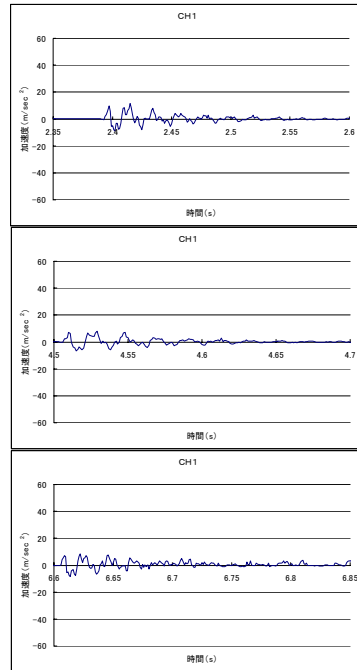
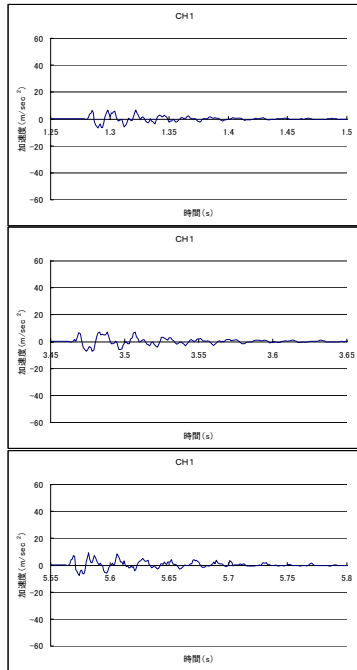
インパルスハンマー生データ結果(ボルト軸部の加速度計値)



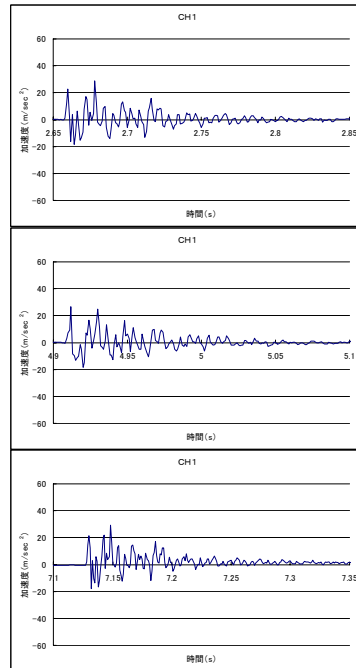
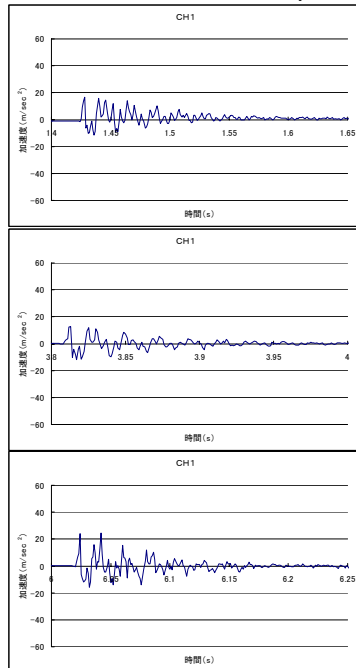
1打音ごとの波形生データ結果 (0KN)



1打音ごとの波形生データ結果 (100KN)



1打音ごとの波形生データ結果 (200KN)



実橋用 ボルト振動軸力算出(マイクロフォン)

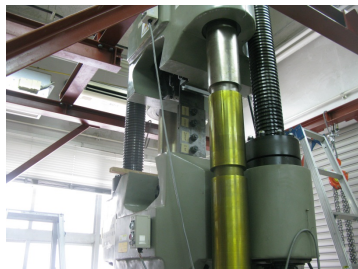
目的・・・軸力の違うボルトを叩いたとき、振動数と軸力に関係があるか調べる



マイクロフォンと周辺機器



試験体



万能試験機による固定



計測状況

今後の課題

- ・ナットをガス切断した時とナットを緩めた時のひずみの動きに違いがあるか予備実験を行う
- ・インパルスハンマの結果から軸力を算出
- ・レーザー計測方法の確立と計測結果から表面積や体積を求める方法を考える
- ・超音波による残存軸力測定を行う