

222 ボルト結合構造物の振動特性 (ボルトの径と本数の影響)

Dynamic Characteristics of Structure with Bolted Joint
(Effect of Diameter and Number of Bolts)

○正 青 木 繁 (都立高専)

高 林 昌 史 (東京工科専門学校)

Shigeru Aoki, Tokyo Metropolitan College of Technology, 1-10-40 Higashi-Ohi Shinagawa-ku, Tokyo
Masashi Takabayashi, Tokyo Technical College

Key Words : Vibration, Bolted Joint, Free Vibration, Forced Vibration, Damping Ratio, Natural Frequency

1. 緒言

ボルト結合はビルの骨組、橋などの構造物や工業製品など様々な所に使用されている。ボルト結合については静的な強度や疲労強度についての研究は広く行われている⁽¹⁾。一方で、ボルト結合のある構造物は内部および外部から種々の動的な荷重を受ける。このような場合には構造物の振動特性が問題となる。構造物がボルト結合をもつ場合の振動特性に関する研究もなされている⁽²⁾が、詳細な結合条件における研究は十分にはなされていない。

本研究では、簡単な試験片を用いてボルト結合部が構造物の振動特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、いくつかの条件で実験を行ってきた^{(3),(4)}。本報告では、ボルトの径と本数の影響について検討した。

2. 実験方法

図1に示す試験片を用いて加振実験を行った。試験片は、長さ240mm、幅60mm、厚さ6mmの薄板を基本に、ボルト結合部に長さ100mm、幅30mm、厚さ6mmの補助板2枚を用いた。ボルトの本数は2,4,6,8,10本とした。それぞれのボルトの本数に対して、M5, M6, M8のボルトを用いた。また比較のためボルト結合のないものを作製した。試験片の材質は一般構造用圧延鋼材(SS400)とした。

ボルトの締付トルクは60kgf·cmで一定とした。

試験片の一端(24mm)を水平振動台上の万力で垂直に固定し、加振機により水平方向に加振した。試験片の先端か10mmの位置に加速度ピックアップを取り付け、加振応答を計測した。また加振機の入力振幅は0.1mm^{r-p}で一定とした。

振動特性としては、1次振動における減衰比 ζ および固有振動数 f_n を測定した。固有振動数は周波数掃引で測定した。減衰比は次の2通りの方法で求めた。

(1) 減衰自由振動波形

(2) 半パワー法

(1)では試験片を固有振動数で加振して、入力を止めることによって減衰自由振動波形を測定した。この波形から対数減衰率 δ を求め、 $\delta/2\pi$ から減衰比を求めた。(2)では共振曲線を測定し、半パワー法で減衰比を求めた。

3. 実験結果

3.1 ボルトの本数と径が減衰比に及ぼす影響

図2、図3にそれぞれM5およびM8のボルトを用いたときのボルトの本数を変えた場合の減衰比を示す。本数0はボルト結合がない場合を表す。

ボルト結合のある場合はない場合に比べて減衰比が大

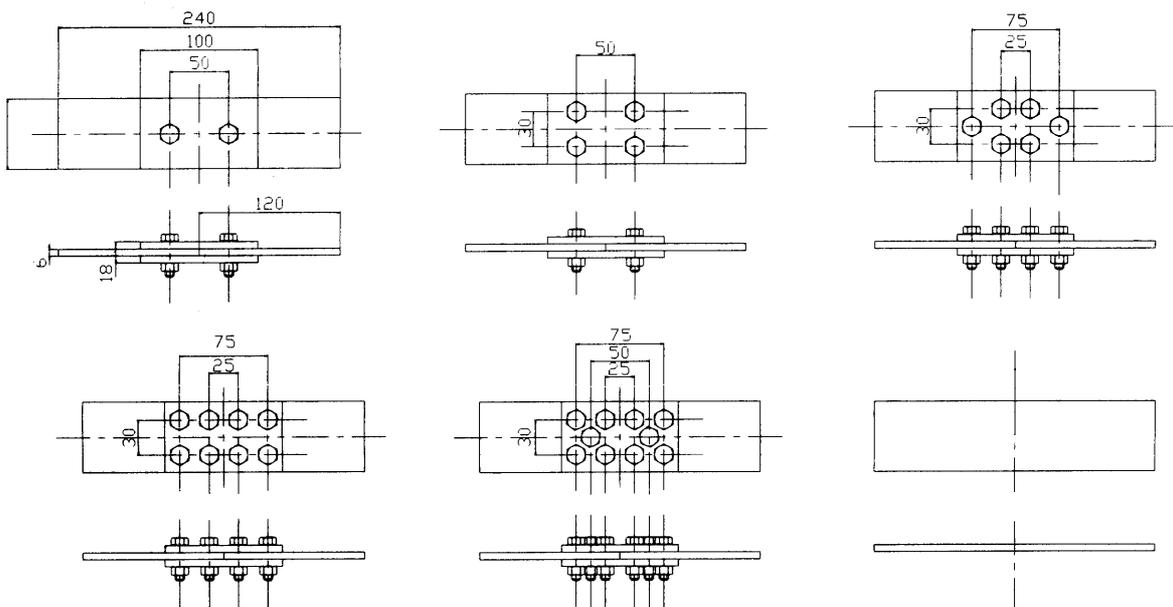


Fig.1 Shape and size of specimen

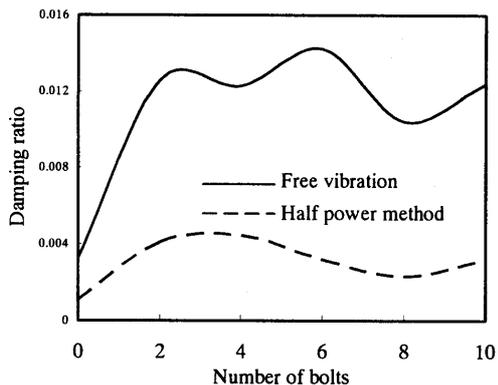


Fig.2 Relation between damping ratio and number of bolts (M5)

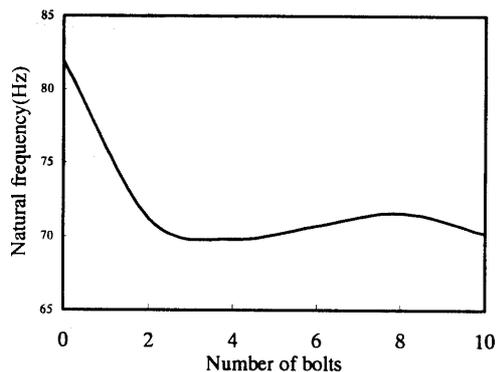


Fig.5 Relation between natural frequency and number of bolts (M5)

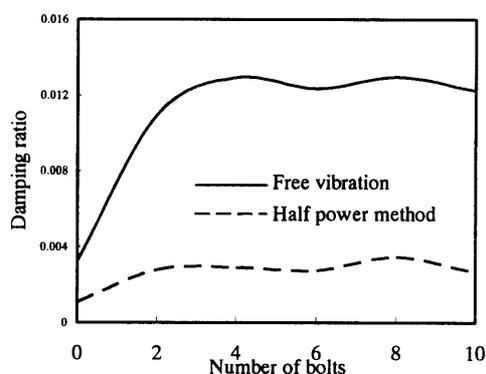


Fig.3 Relation between damping ratio and number of bolts (M8)

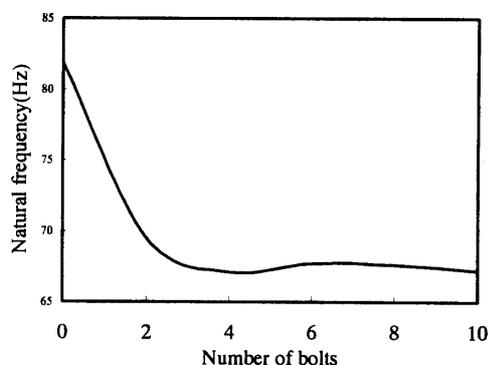


Fig.6 Relation between natural frequency and number of bolts (M8)

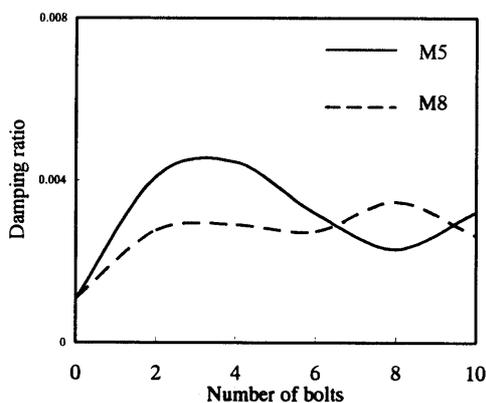


Fig.4 Relation between damping ratio and number of bolts (M8)

きくなっているが、ボルト本数の違いによって減衰比はあまり変化がみられない。

図4に異なるボルトの径に対する減衰比を示す。ボルトの径が大きくなるにつれて減衰比が小さくなる傾向がある。

3.2 ボルトの本数と径が固有振動数に対する影響

図5、図6にそれぞれM5およびM8のボルトを用い

たときのボルトの本数を変えた場合の固有振動数を示す。

ボルト結合のある場合はないときに比べて固有振動数が低くなっているが、ボルトの本数の違いによって固有振動数はあまり変化しないことがわかる。またボルトの径が大きくなるにつれ固有振動数が低くなる傾向がある。

4. 結言

ボルト結合がある場合はないときに比べて減衰比が大きくなり、固有振動数が低くなる。ボルトの本数よって減衰比、固有振動数はあまり変化しないが、径が大きくなると減衰比が小さくなり、固有振動数が低くなる傾向がある。ボルトの径が大きくなるとボルトの結合力が増加し振動が伝わりやすくなったため減衰比が小さくなったと考えられる。固有振動数については締め付け力による剛性の増加と重さの増加の関係により、ボルトの径が大きくなると固有振動数が低くなると考えられる。

文 献

- (1)山本晃, ねじ締結の理論と計算(1970), 養賢堂
- (2)吉村, 工作機械におけるモード解析と設計への応用 (1), 機械の研究, 37巻5号, (1985), 591-598
- (3)青木繁, ボルト結合された試験片の減衰, 産業施設の耐震問題研究会・ボルト結合体 WG 活動成果報告書, 日本機械学会, (2001), 54-60
- (4)青木・岡本, ボルト結合部のある構造物の振動特性(ボルトの締付トルクと加振振幅の影響), 山梨講演会後援論文集, (2002), 1-2