

VI-118

超音波減衰を利用した高力ボルトの軸力測定装置の試作

横河工事（株） 正員 高橋 芳樹
 （株）横河橋梁製作所 正員 岩崎 雅紀
 ポニー原子工業（株） 小泉 喜英

1. まえがき

鋼構造物の現場接合に多用されている高力ボルト摩擦接合では、締め付け軸力のバラツキをできるだけ小さくすることが、継手耐力の確保の点で重要である。

このため、新設時は施工前に締め付け機械の調整、使用する高力ボルトのトルク係数測定を行い、施工後に締め付けトルクを利用して導入軸力の測定を行う方法が多用されている。

また、既設高力ボルトの軸力測定に関しては超音波、磁気およびひずみゲージを利用した方法などが開発されてきたが、使用高力ボルトについてのキャリブレーションが必要である、作業性が悪いなどの欠点が多いため実用化されるには至っておらず、現状は戻しトルクから軸力を測定する方法が多用されている。

いずれもトルクを利用した測定方法であるため、間接的で測定誤差が大きい。そこで、簡便な軸力測定方法の開発を目指して、高力ボルトの導入軸力を超音波の減衰を利用して非破壊で測定する装置を試作したので、その概要を報告する。

2. 測定方法概要

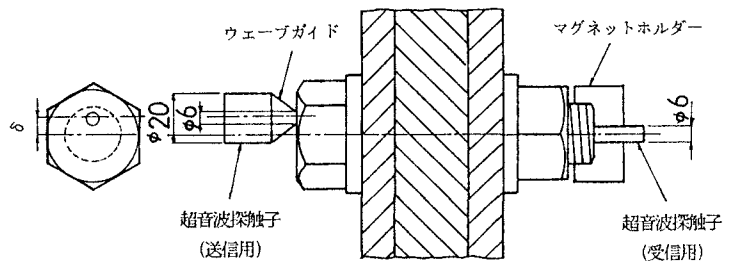
今回、開発した軸力測定方法は高力ボルト中における超音波の減衰量を測定する方法である。

従来の超音波による軸力測定方法は締め付けによる高力ボルトの伸びを超音波の伝搬時間差により測定する方法であったため、個々の高力ボルトについて軸力が0の状態から測定する必要があった。

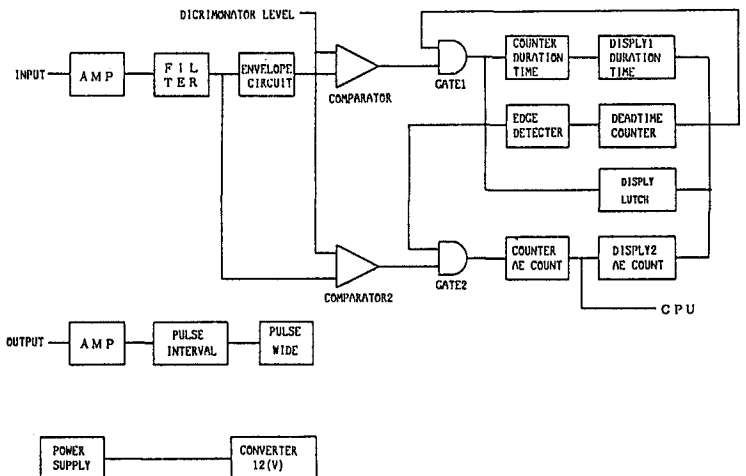
しかし、今回開発した方法は磁性材料に作用する引張力とその中を伝搬する超音波の減衰の関係が反比例関係にあることを利用した軸力測定方法であるので、長さ別の校正曲線を求めておけば、従来のような作業は不要となり、既設高力ボルトについても軸力測定が可能となる。

図-1に測定方法の概要を試作装置のブロック図をと共に示す。

高力ボルトの両端に送受信用の超音波探触子をそれぞれ取付け、



(a) 測定方法



(b) 試作装置ブロック図

図-1. 測定方法概要

送信側からパルス幅 $2\ \mu\text{sec}$ のワンショットパルスの超音波（共振周波数 150kHz ）を入射すると、受信側では軸力に応じた減衰波形が得られる。この受信波の減衰に相当する受信波数を測定することで高力ボルトの軸力を測定するものである。

高力ボルトには通常、その頭側に刻印があり、これまでの超音波軸力測定装置では刻印をグラインダーにより削り取る必要があったが、本測定方法では使用超音波が低周波であるため、図中に示すようなウェーブガイドを設けることで刻印を避けて超音波を入射することが可能である。

また、先端側については直径の小さな超音波探触子を設けることで接触面のグラインダー処理を簡単にすませるようにしている。

3. 確認実験

確認実験は高力ボルトを引張試験機により引張る一軸引張試験と高力ボルトにひずみゲージを貼付し、トルクレンチにより締め付ける場合（締め付け厚 50mm ）について行った。

実験には F 8 T (M20×85mm) 高力ボルト 4 本を使用し、それぞれについて 2 回の測定を行った。

図-2 に一軸引張試験結果を、また、図-3 にはトルクレンチにより締め付けた場合のひずみ値から求めた軸力と減衰量の関係を示す。

一軸引張試験では、約 25% の測定誤差（信頼度 95%）である。

一方、締め付けた場合は、一軸引張試験に比べて受信波数が増加しており、また、測定誤差も高軸力側で特に増加している。締め付けによるねじりの影響であると考えられる。

4. あとがき

超音波の減衰を利用した高力ボルトの軸力測定装置を試作し、その性能の確認実験を行った。

確認実験結果から、本方法により軸力を測定できることが明らかとなったが、試作装置では実際に締め付けた場合測定誤差が大きい。

このような測定誤差を小さくするためには測定装置測定のハード面での改良の他、測定回数を増し、加算平均化処理を行うことがよいと考えられ、今後、さらに改良を重ねる予定である。

【参考文献】

既設高力ボルトの各種非破壊検査の特質

橋梁と基礎 83-11

アコースティック・エミッションの基礎と応用

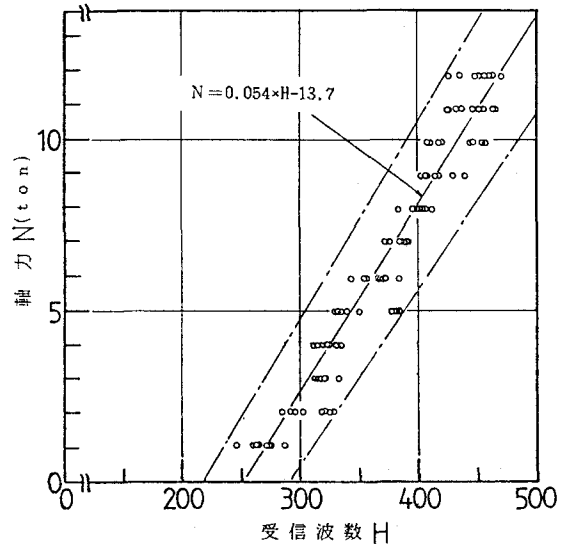


図-2. 一軸引張試験結果

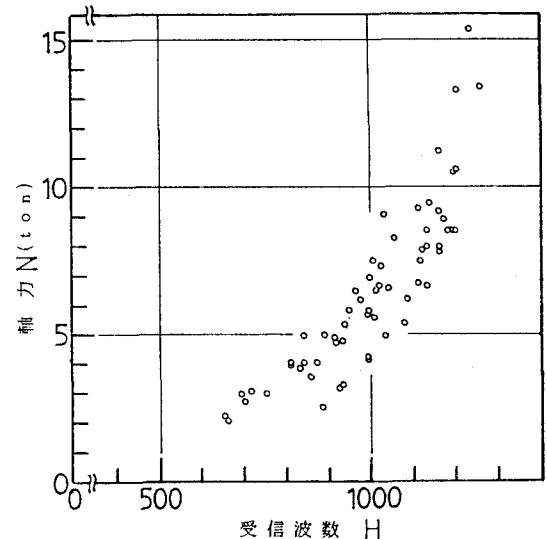


図-3. 締め付け試験結果