

修士論文

打撃による鋼部材の損傷評価に関する基礎的研究

Basic study on damage detection of steel members by impact blow

学籍番号 1125119

高尾 亮次

指導教員 藤澤 伸光

副指導教員 島 弘

平成 22 年 1 月 13 日

<論文要旨>

近年、老朽化した構造物が増加している。このような構造物を維持管理するためには正確な損傷評価技術が重要となる。これまでに振動特性を利用した方法や、超音波を利用した方法が提案されてきたが課題も残っている。

効率的な維持管理には早期発見が重要となる。橋梁には定期的な目視点検が義務付けられているが、目視困難な箇所や人為的なミスによって発見の遅れに繋がる可能性もある。

本研究では、実際の構造物においても比較的簡易に実施できる方法として打撃により発生させた振動に注目する。この評価法における基本的な考え方は、超音波探傷試験と同じように損傷部での振動の反射波の影響を捉えることである。まずは基礎研究として、簡易な構造の試験体において境界面での振動の反射を捉える実験を行なう。

用いた試験体は、JIS 規格の角鋼管 (75×75×3.2mm) を鋼製アンカープレート (375×375×25mm) にボルトで固定したものである。本研究では、反射を捉えやすくするため片方は自由端としている。

実験では、ハンドハンマーを用いて縦振動を与えた。振動の計測には圧電式加速度変換器を用いた。スキャンレートは 50 万点/秒である。

衝撃はマニュアルで行なっているため衝撃力に再現性がない。そのため、衝撃強さが計測に与える影響を検証した。その結果、衝撃力の違いによる影響は小さいとわかった。

次に、衝撃を与える箇所と計測する位置の影響を調査した。本研究では、衝撃箇所と計測位置との間に 400mm 以上の距離が必要であることがわかった。理由として、この距離が近すぎると衝撃箇所が発生した微振動を計測してしまい波形の乱れにつながる可能性がある。

これまでにわかった条件を考慮して、反射を捉える実験を行なった。その結果、二つの計測した波形特性を比較することにより、反射による波形の変化を捉えることができた。しかし、今回の実験では、反射が確認できるのは自由端から 300mm 以内という結果となった。

次に、試験体に擬似的な損傷を与え、その損傷箇所での反射を捉える実験を行なった。その結果、本研究では損傷が大きい場合、損傷箇所からの反射の影響を捉えることができた。

最後に数値シミュレーションによる反射波の再現を試みた。振動を応力波として捉えることで反射を再現できたことから、波形の変化が反射によるものであることが検証された。従って、将来的には、損傷箇所の推定ができる可能性がある。しかし、条件が複雑な実際の構造物での推定は、より困難になるものと考えられる。

結論として、計測条件を整えば端部からの反射の影響を捉えることはできる。しかし、振動の反射を利用した損傷評価方法を実構造物に適用するにはさらに多くの研究が必要と思われる。

<ABSTRACT>

In recent years, the number of aged structures has increased. Therefore, accurate damage detection technology is very important for the adequate maintenance. For example, ultrasonic inspection or the detection utilizing the vibration property is proposed for damage detection. However, those methods have a lot of problem.

Prompt detection is important for the efficient control of maintenance. Japanese bridges are required the periodic inspection by visual check. However, sometimes, the inspection makes a serious miss-judgment because the check is done only visually.

In this study, the damage detection method using by the impact blow is investigated. This method may be easy to apply the actual steel structure. The basic concept is the detection of the reflection of the impact from the damage, being similar to the principle of the ultrasonic inspection. As the first step, the study on the reflection of the impact from the boundary surface was conducted, using the basic structural specimen.

The specimen is made of JIS standard square steel pipe (75×75×3.2mm). It is bolted to steel square anchor plates (375×375×25mm) . In this study, the boundary condition of one end of specimen is free, in order to clearly sense the reflection of the impact.

In this experiment, the axial vibration is generated by hammering the specimen. The piezoelectric accelerometers are used to sense the acceleration. The scanning rate is 500,000 point per second

First, the influence of the impact blow magnitude on the measurement is checked, because the hammering is done manually. As a result, the impact blow magnitude has a relatively small effect on the measurement.

Next, the investigation was done on the influence of the location of the sensing point and hammering point. From the experimental results, it is revealed that the spacing of 400mm or more is necessary between these two points. In the case of 300mm or less spacing, the sensor detects the imperceptible vibration due to hammering and there is a possibility to distort the vibration wave.

Considering the conditions mentioned above, the study on the reflection from the boundary surface is carried out. As a result, the variation in vibration wave due to the reflection was able to detected by comparing waveform characteristics obtained by two sensors. However, it can be sensed only under the condition that the distance between measuring point and the free end is less than 300mm.

Then, the simulated crack is made on the structural specimen, and the experiment is performed to detect the reflection from the crack. The experimental results show that the reflection can be observed, if the simulated crack is large.

Finally, the reconstruction of the reflected wave is attempted by the numerical simulation. By treating the vibration as a stress wave, the reflection is successfully reconstructed. Thus, it is verified that the variation of the vibration wave is caused by the reflection. Therefore, there is a possibility that the location of the damage can be estimated in future. However, the estimation on the complex actual steel structure is considered to be more difficult.

It can be concluded that the influence of the reflection can be detected if the condition is satisfactory. However, many problems should be solved to apply this method to the actual steel structures.