

熱赤外線映像装置による疲労荷重下のトラス部材の発熱分布

長崎大学工学部 正員 後藤 恵之輔
 長崎大学工学部 正員 全 炳徳
 長崎大学工学部 学生員 ○范 少峰

1. はじめに

1995年1月17日突発的に発生した阪神・淡路大震災は、一瞬に多数の人命を奪い、多くの建築物や土木構造物を崩壊させ、都市機能をまひさせるなど、その被害は想像を絶えるものであった。

資料調査¹⁾による、同じ地域に立っている構造物などが、一方は倒壊し、一方は無傷もしくは軽微な損傷にとどまっている状況が見られた。原因については多種多様な要因があると推測されるが、構造物の耐震設計の良否、施工の問題点などが大きく影響を与えたと思われる。

そこで本研究では、疲労荷重を加えた鉄構造物のトラス部材により、地震もしくは加圧振動状態を想定した実験を行った。その結果から、構造物の欠陥部を熱赤外線映像装置により、撮影することができた。

2. 実験方法

実験は図-1のようなトラス部材を製作し、部材のF点に対して疲労荷重を加えながら、熱赤外線映像装置によるトラス部材の表面熱の変化を調査した。

実験に使用した熱赤外線映像装置は、(株)日本電子の「赤外線応力画像システム」であった。実験時の振動速度は約2Hzであり、最大圧力と最小圧力は840kgと240kgであった。測定方向は、図-1のように熱赤外線映像装置を供試体の正面に設置し、熱画像のデータを記録した。

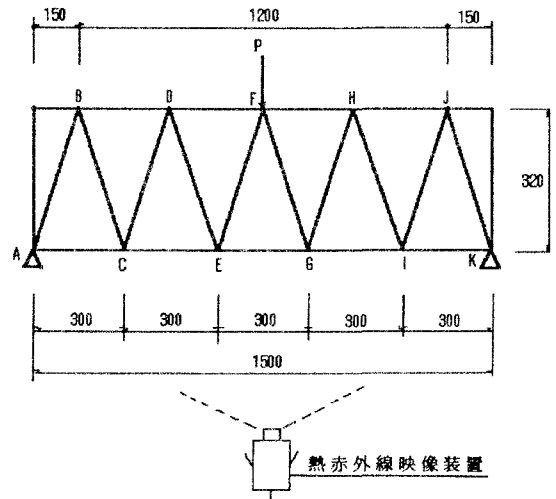


図-1 トラスの寸法 (単位: mm)

3. 理論解析

トラスの各部材の応力は各節点でつり合っていると考え、1点に集まる力のつり合い条件によるものとして計算を行った。条件としては、

$$\sum X = 0, \quad \sum Y = 0,$$

または

$$\sum M_a = 0, \quad \sum M_b = 0$$

の条件を利用する。Ritterの切断法を用いて

$$S_0 = -\frac{M_1}{h}, \quad S_d = -\frac{Q_1}{\sin \alpha}, \quad S_u = +\frac{M_2}{h}$$

を求めることができる。ここに M_1, M_2 は節点における単純梁のモーメントであり、 Q_1 は節点におけるせん断力である²⁾。計算結果は表-1のとおりである。

4. 実験結果

表-1と図-2、3の熱画像から分かるように、供試体は圧縮部材において吸熱を、引

表-1 各部材における受力状況

部材	最大圧力下の 内力(kg)	最小圧力下の 内力(kg)	圧縮材と引 張材
AB, JK	464	133	圧縮
AC, IK	197	56	引張
BC, IJ	464	133	引張
BD, HJ	394	113	圧縮
CD, HI	464	133	圧縮
CE, GI	591	169	引張
DE, GH	464	133	引張
DF, FH	788	225	圧縮
EF, FG	464	133	圧縮
EG	984	281	引張

張り部材においては発熱していることが見て取れる。しかし、BC部材においてはこれらの現象が見られず、特に、DE部材の発熱が顕著に表されている。調べて見た結果、連接BC部材の内、B節点のボルトが緩んだことが分かった。この欠陥のため、BC部材は吸熱も発熱も発生せず、温度差は表れなかったのである。それに対して、DE部材はGH、IJ部材が発生する発熱よりも強い発熱現象が見られた(図-2参照)。

二回目の実験を再開する前、トラス節点のボルトを全部締めなおした。その後行った実験結果から、BC部材は他の部材と同じような発熱現象が見うけられた(図-3参照)。この結果は理論解析の結果一致している。しかし、二回目の実験中、C節点とBC部材の温度が顕著に上昇していることが分かった。この原因を調べるために負荷を一時中止させ、トラスの点検を行った。原因はC節点の連接用のボルトが切れ始めていたことが分かった。ボルトの欠陥が発生し、部材間の摩擦熱が発生していたため、部材の表面温度の変化が著しく上昇していることが明らかになった。

5. おわりに

以上の実験結果から、熱赤外線映像装置を用いることにより、構造物の欠陥部を発見することができた。これらの結果は、土木分野において様々の非破壊検査の熱赤外線適用法が提案できる。特に、鉄構造物の橋梁調査において、部材の連接部の欠陥箇所調査に利用できると思われる。また構造物の設計時に、モデルの負荷実験を行うことにより、欠陥部を事前検査・補強することが可能であると思われる。また鉄構造物の建物においても、点検調査に利用可能性がある。その上、適切な構造物の維持管理のための提案ができるであろう。

今回行った実験は、本研究の一部である。今後は、現場の構造物において、その表面温度の変化を測定し、温度異常点の発生状況を把握する予定である。

最後に、この実験は(株)日本電子の協力により行ったもので、同社の増喜彰久氏には、記して感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 日経アーキテクチャ編：地震に強い建築(阪神大震災の教訓)，日経BP社， pp.12～180, 1996.
- 2) 水原、井田、栗原、笹川：構造計算便覧，産業図書， pp.9～14, 1986.

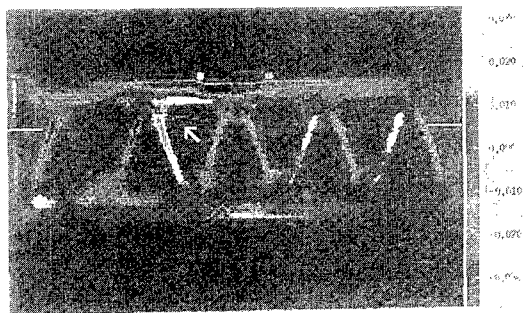
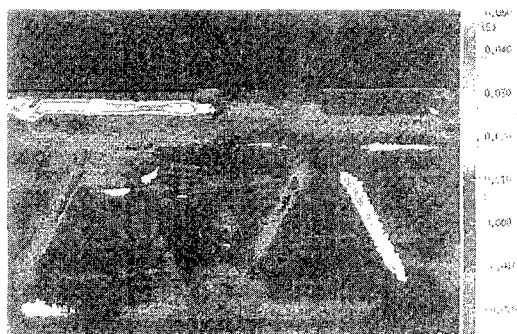
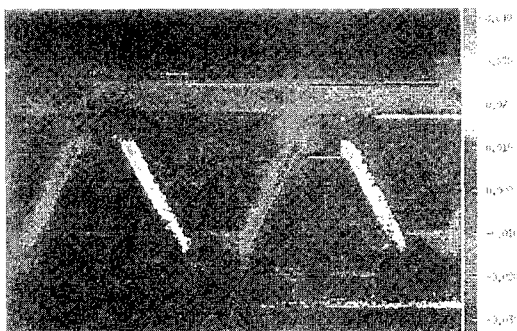


図-2 熱画像(原図はカラー)



(第一回目の実験：欠陥あり)



(第二回目の実験：欠陥なし)

図-3 欠陥部抽出した熱画像(原図はカラー)