

桁下での火災を模擬した鋼桁の加熱冷却実験

名古屋大学大学院	学生会員	○国井 俊輔
名古屋大学大学院	正会員	廣畑 幹人
名古屋大学大学院	正会員	北根 安雄
名古屋大学大学院	フェロー会員	伊藤 義人

1. 目的

近年、橋梁が火災を受ける事例が数多く報告されている。橋梁が火災を受けた場合、交通が遮断され、調査や補修補強、架替えなどにより長期間の交通規制が強いられる。この時、道路交通の長期遮断による社会的影響の大きさを考慮して、道路ネットワークのサービスレベルを早期に復旧することが第一に望まれる。そのため、損傷状況や補修補強の要否、交通再開放の可否を迅速且つ的確に判断することが重要となる。しかしながら、今日までに火災を受けた橋梁に対する診断法が確立しておらず、さらに、橋梁火災に関する実験や解析などのデータが不足しているのが現状である。そこで、本研究では火災を模擬した桁の加熱および水冷による冷却実験を行い、加熱および冷却過程における桁の応答性状を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

実験で使用した桁は、長さ 2750mm、断面 588x300x12x20mm の H 形鋼(SS400)に補剛材として 548x130x12mm の鋼板(SM490A)を溶接して製作した。試験ケースは加熱位置を変え 2 パターン考慮し、(a)中央加熱と(b)端部加熱とした。端部加熱における加熱時の状況を図-1 に、中央加熱における加熱位置とたわみ、面外変位、温度の計測位置を図-2 に示す。

実験手順は載荷、加熱、冷却、除荷の順番で行った。支点間距離が 2300mm となるように単純支持し、300kN の荷重をそれぞれの中間補剛材上に載荷し、合計 600kN の荷重で 4 点曲げ載荷とした。耐火レンガの上に設置したセラミック製のヒーターを下フランジ下面に接触させ(図-1)、下フランジに設置した制御用熱電対が 900°C になるまで加熱し、その後、下フランジの温度が 900°C の状態で 1 時間保持した。効率的に桁温度を上昇させるために、桁の下半分を断熱材で覆った。冷却時は断熱材等を取り外して、氷塊を下フランジ上面に置き、ホースを使って放水して冷却した。桁温度が常温に戻った後、除荷した。



図-1 加熱状況

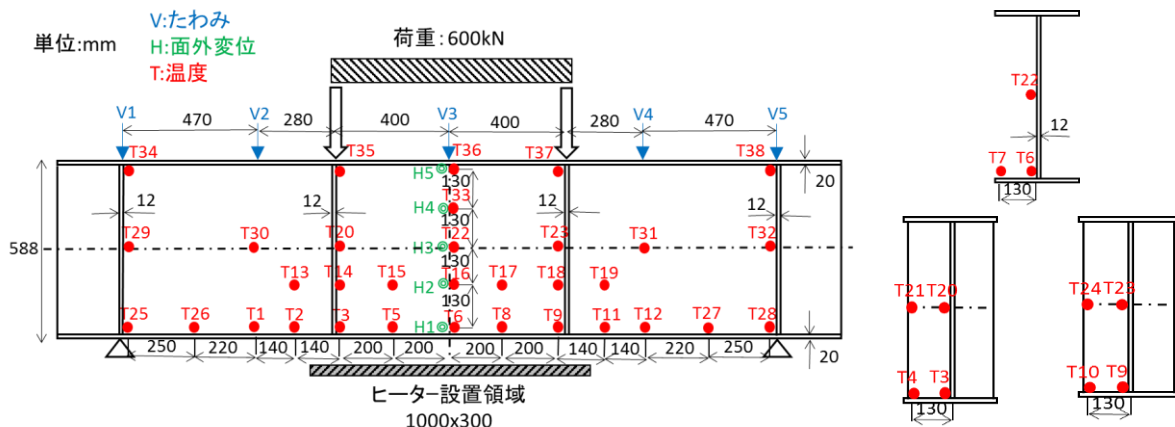


図-2 加熱位置と各種計測位置 (中央加熱)

3. 実験結果と考察

図-3 に中央加熱における支間中央の測定点温度を示す。図中の測定点位置は図-2 に示す。最高温度は加熱面に近いほど大きく、また、上昇温度の開始は加熱面から遠いほど遅くなっていることが分かる。これは熱伝導によって桁の温度が上昇しているためであり、加熱面から離れるほど加熱部から流入する熱量が小さくなり、移動するまでに時間がかかるからである。図-4 に中央加熱における最高温度時の温度分布を示す。加熱面では 1000℃ 近くまで温度が上昇しているが、上フランジや支点付近では温度がほとんど上昇しておらず、上フランジの温度は 67.2℃ であった。図-3 の温度の時刻歴および図-4 の温度分布は中央加熱のみを示したが、端部加熱においても同様の傾向となった。

図-5 に支間中央のたわみの時刻歴を示す。桁の温度が高くなるにつれてたわみが増加していることが分かる。これは、桁の下側ほど温度が高く熱ひずみが大きくなるため、断面内での不均一な熱ひずみによって曲率が発生し、その曲率が大きくなるからである。最大たわみは中央加熱で 10.1mm、端部加熱で 8.3mm であった。冷却すると熱ひずみの減少によって曲率が小さくなりたわみは減少するが、残留たわみが生じた。残留たわみは中央加熱で 1.5mm、端部加熱で 2.0mm であった。

図-6 に面外変位の時刻歴を示す。加熱開始から 30 分まで面外変位はほとんど見られないが、その後徐々に変位が増加し、冷却すると変位が減少していることが分かる。また、H1 の変位が最も大きく、H5 の変位が最も小さくなっており、加熱側に近いほど変位が大きくなっている。これらのことから、面外変位の挙動は、面外変位を計測するために桁に取付けた治具が熱膨張・収縮によって伸び縮みしたからであると考えられる。最大変位は 3mm 程度と小さく、また、桁を載荷装置から取り出した後、水系と定規を用いてたわみや面外変位を計測したが、面外変位は見られなかった。

4. まとめ

桁下で発生した火災を模擬するために、4 点曲げ載荷状態でヒーターを下フランジに接触させ加熱した。加熱部近傍の温度を 1000℃ まで上昇させても、上フランジや支点付近では温度がほとんど上昇しなかった。そのため、不均一な熱ひずみによって曲率が発生し、曲率の増大とともにたわみが増加した。冷却すると、熱ひずみの減少によって曲率が減少し、たわみが減少することが分かった。

【参考文献】

- 1) 大山理, 今川雄亮, 栗田章光: 火災による橋梁の損傷事例, 橋梁と基礎, Vol142, pp.35-39, 2008.10.

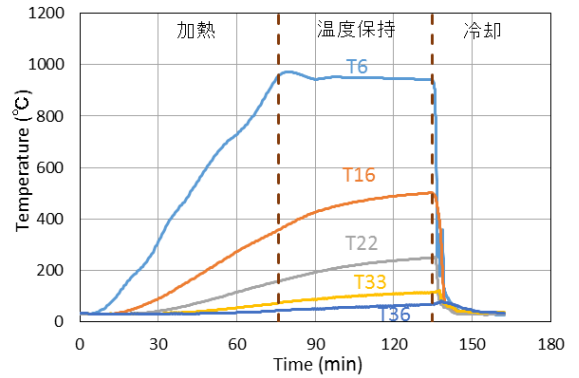


図-3 支間中央の測定温度の時刻歴 (中央加熱)

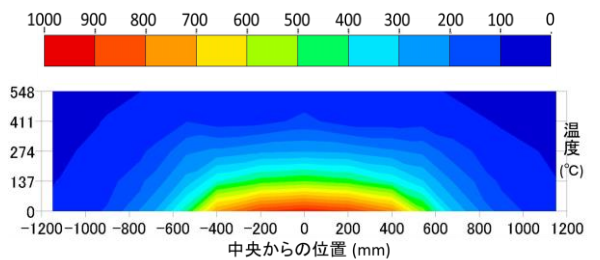


図-4 最高温度時のウェブの温度分布 (中央加熱)

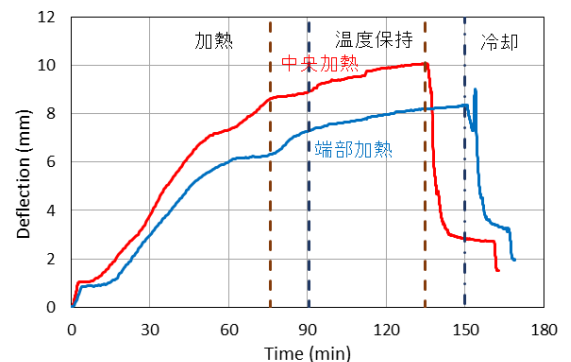


図-5 支間中央のたわみの時刻歴

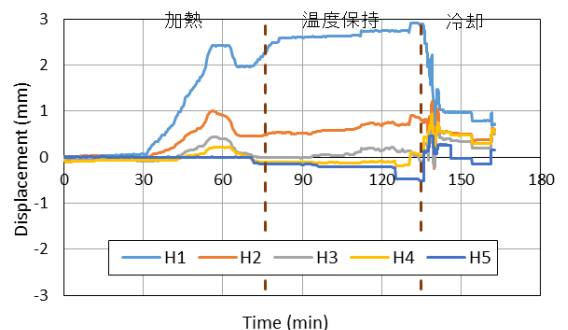


図-6 面外変位の時刻歴 (中央加熱)