

I-150 火災による影響を受けた鋼製橋脚の調査について

名古屋高速道路公社 正員 佐藤 章 次
" " O 虫 賀 恭 一

1. まえがき

昭和53年11月、市道高速2号線に隣接する民有地の倉庫の火災によって建設中の高速道路鋼製橋脚が被災を受けた(図-1)。ここでは、その被災構造物の安全性と補修対策についてどのように対処したかを述べるものである。

2. 火災の程度即ち構造物が受けた温度の推定

塗装された鋼構造物の被災温度の推定には通常塗膜の変化性状からも考察される。当該被災構造物の塗装系は表-1のとおりである。それに基づく塗膜の焼損度合と温度の関係は表-2のとおりであり、被災現場の外観調査によれば、最も熱影響を受けたと思われる部分で、400～700℃程度と推定した。

3. 調査内容

図-1で示すように二径間門型ラーメン鋼脚のうち柱が最も熱影響を受けている。したがって、その構造物の安全性については柱と主眼にして以下の調査を実施した。なお、幅射熱を受けている上部工の鋼桁(目桁)及び排水管についても脚と同様な調査を実施した。

(1) 鋼材材質試験について

構造物と調査のため痛めないことと前提として、硬さ試験と金属組織観察を行うことにした。硬さ試験はポータブルビッカースによる硬さ測定を現地において実施し、金属組織の変化の有無についてはスンプ法を用い、鋼表面の組織を観察した。硬さ及び金属組織観察測定位置は同じ点で行い、図-2のように焼損部面内の熱影響が大きいラーメン柱の外側3点と側面2点を選び、塗膜の変色状況から判断し、焼損部と健全部とに分け、硬さ及び組織の調査結果と比較する方法をとった。硬さ測定結果は表-3(平均値)に示すとおりで、いずれもこの鋼種として通常な値であり、加熱による硬さの低下、水冷による硬化も顕著でない。また、金属組織観察結果の一例を写真-1(位置②)で示すが、健全部と同じ金相としており、フェライトとパーライトからなる通常の組織であり、加熱による顕著な変化は認められなかった。以上の結果、特に著しい材質的な変化は認められなかった。ただ、一部において加熱による炭化物の拡散が認められたが、硬さの低下はないことから脱炭はなく、強度的な面で特に問題はないものと考えられる。したがって、火災による材質への影響は、軽微であったものと判断した。

図-1

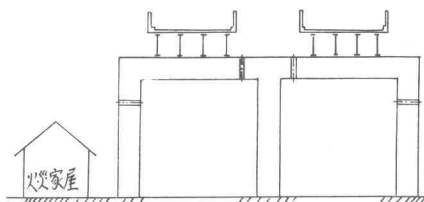


表-1

塗 装 系
有機ジンクリッチプライマー
塩化ゴム系塗料 下塗 2層
" 中塗
" 上塗

表-2

塩化ゴムの燃焼温度	250℃～300℃
Znの色相変色	200℃～380℃
Znの溶解	419.5℃以上
Znの著しい消耗	907℃以上
ZnOへの環化	1300℃以上

図-2

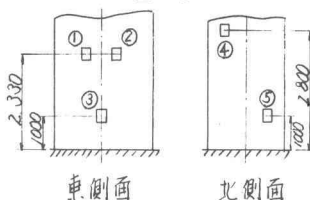


写真-1 (×200)

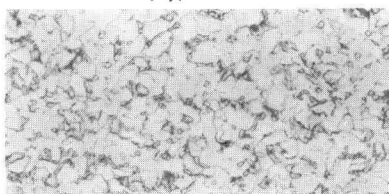


表-3

① 177	② 179	③ 178
④ 174	⑤ 168	(平均値)
SMA50 t=10.11mm		

(2) 変形量及び耐力について

ラーメン鋼脚柱の大曲り量は 10^{mm} で加熱面と反対側へ変形した。これは、道示の圧縮部材の曲り精度基準と比較すると、 $\delta \leq 4/1000 = 14^{\text{mm}}$ で製作誤差の許容値内に入っているので問題はないと考えられるが、元たねみ量 10^{mm} の柱に設計活荷重による軸力と附加した場合に対する大曲りの影響について検討を行うと、全断面が降伏域に達する荷重を受けても大曲りは 1.3^{mm} 増加する程度であり、橋脚柱の耐力上からは初期変形量 10^{mm} 程度は許容される範囲であると判断した。柱と構成する箱断面のフランジとしての板の変形(図-3)についても柱の大曲りの場合と同様な検討を行うと、局部変形の生じたパネルの板の変形増加率は大曲りの場合に比べ若干高く、板の応力が許容応力度 $2,100 \text{ N/mm}^2$ に達すると 1^{mm} 程度の変形増加が生じる可能性がある。変形量 5^{mm} 程度のものは通常工場製作の加工段階で加熱冷却法によって歪除去を行っているが、既設構造物として柱には上部工の死荷重による圧縮応力が作用しており現場作業でもあるため追加リブによる補強方法を採用した。追加リブの長さは柱の大曲りと促進させないために可能な限り短かくし、板の凹凸と修正するための必要長とした。

(3) 高力ボルトについて

高力ボルトまごつ接合継手が、火災によって加熱された場合、熱間及び冷却後いかなる耐力性状を示すか検討する必要がある。火災を受けた柱の現場継手部の塗装は、目視によれば、ある程度の熱は受けており、高力ボルト自体の性能、締付軸力及びまごつ係数の変化により、シリ荷重が変化している可能性がある。高力ボルトは高い引張強度と要求されるため、 $880^{\circ}\text{C} \sim 910^{\circ}\text{C}$ で焼入れされ、焼入れ組成分の安定とはかるために再び $425^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ に加熱し、焼戻しを施してある。したがって、火災によってボルト頭部の表面だけでなく底面及び軸部まで高温加熱の影響を受けるとなるとボルト自体の機械的性質は変化することとなり、高力ボルトの耐力にも問題が残ることとなる。よって、熱影響を受けたと目される高力ボルト群についてはトルク値と健全部のものと比較検討するのみでは信頼度が低いので、その高力ボルトの一部を採取し、機械的性質と検測した。結果は、機械試験については規格値と満足しており、健全部のものとの差異も認められず、トルク値については緩みトルク及び経年変化により測定値は施工時と変動していたが健全部との差異はなかった。したがって、今回の火災による軸力の変動は極めて少いと判断した。また、被災現場における塗膜調査によれば、接合部の塗膜は近傍の母材部に比べ焼損は殆どなく、表-2からは 300°C 以上の熱を受けていないと推定できる。また、文献(2)の「高力ボルトの加熱による影響」の実験内容では許容温度 350°C 以下を目途としてまごつ係数の変動は少いとしている。したがって、高力ボルトまごつ接合の機能には変動がないものとして確認試験は行わないことにした。

(4) 塗装・排水管等について

外観観察法により熱影響を受けている範囲を調査し、物理的試験方法により塗膜及び排水施設機能が火災と受ける前と同等である範囲を決定した。

4. あとがき

以上、罹災構造物の安全性の検討及び補修対策としての補修方法等について概述したが、この報告が何らかの参考になれば幸いである。

参考文献

- (1) JISA1301 建築物の木造部分の防火試験方法
- (2) 鋼構造物の耐火に関する研究 JSSC Vol. 6 No.51

写真-2

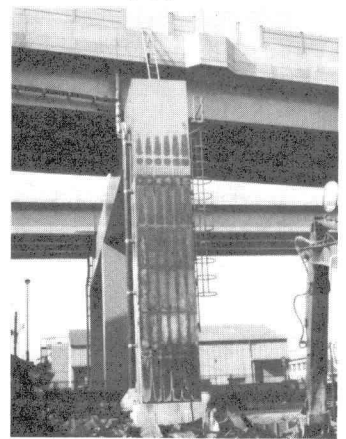


図-3

