

火災で被災した鋼橋の維持管理補修

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上建設興業株式会社

工事部 工事主任

繁村 好則

Yoshinori Shigemura

1. はじめに

一般国道302号の地蔵川高架橋（上り線・P7橋脚）左岸下流側で、平成20年9月23日午後1時48分頃に火災が発生した。消防等の所見によると出火場所は主桁G2～G3間で、出火23分後に放水を開始し、40分後に完全消化した。出火元から床版下面までは3.5m程度であったため、火災により上部工、下部工が被災し損傷した。本工事は、損傷度の診断および耐荷力の復元を目的とした。

工事概要

- (1) 工事名：23号港新橋橋梁補強補修工事
（地蔵川高架橋）
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
名古屋国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市北区玄馬町
- (4) 工期：平成20年1月16日～
平成21年3月23日

2. 現場における課題

被災した本橋において、損傷程度を明らかにし、適切な補修を行なうことで、橋梁本来の耐荷力の復元と迅速かつ円滑な交通の供用を確保することが課題であった。

3. 対応策と適用結果

(1) 被災橋梁の診断

火災した本橋の損傷状況把握が重要であるため、損傷状況（写真-1）を明確にして、材料の健全性を確認するために各種の試験を行った。

上部工下面での火災のため、主桁と床版に囲まれた閉鎖空間での熱・煙の流れが橋軸方向に拡散したことも予想された。損傷の有無を確認するために、調査範囲はP7を挟んだ両径間の支間中央部を超えた範囲を対象とした（図-1）。

鋼材の機械的性質を左右する被災温度について、塗膜の損傷範囲や程度及び鋼材の変形状況から、その推定マップを作成した（図-2）。得られた知見を以下に示す。

- 1) 被災推定温度400℃以上の箇所は、出火元に最も近いと思われるP7の端横桁であり、塗装がすべて灰となり、鋼材が赤く焼け、変形量も大きかった。
- 2) 300℃～400℃の箇所は、そのまわりのG1、G2、G3主桁及びG4主桁の内側であり、ここでは塗装が灰となり、鋼材が赤く焼けていた。
- 3) 200℃～300℃の箇所は、プライマーおよび下塗り塗装が焼けて中・上塗りが剥がれていた。
- 4) 80℃～200℃の箇所は、塗装が焼けて黒く炭化しており、MIO塗料より上側の塗膜に浮き

がみられた。プライマーおよび下塗り塗料はまだ鋼材に付着している状態であった。

その他、(a) テープ付着試験（クロスカット法）と外観目視による塗膜調査による塗装の劣化状況および (b) 橋梁の耐荷力を判断するための構造部材（桁、床組、床版、支承等）の大きな曲がり、ひずみ量の調査も行い、被災した本橋の診断を行っている。主に (b) について以下に記述する。



写真-1 火災した本橋の損傷状況

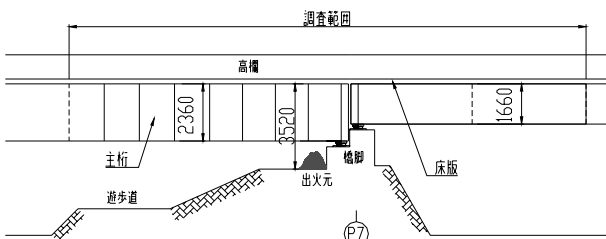


図-1 出火した位置と調査範囲

地藏川高架橋(上り)
被災温度推定図

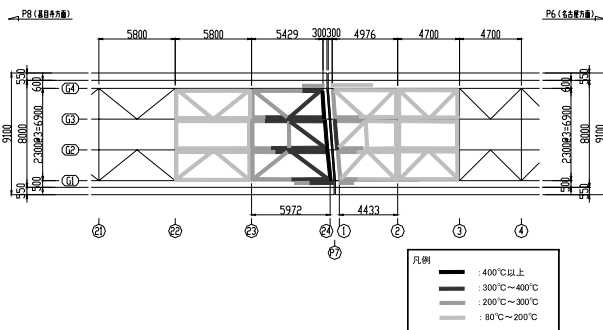


図-2 被災温度推定マップ

主桁の下フランジまで1,200mm 程度しかない空間で火災が発生しているため、出火元付近は直火による被災を受けた可能性が高かった。主桁ウ

ェブの面外変形量は、測定の結果、最大値で15mmの変形量で、管理目標値15.7mm以内に収まっていた。これは、水平補剛材が4段配置されていたため、剛性が高いことにより許容値内に収まっていると考えられる。

端横桁のウェブは最大値で35mm（管理目標値10mm）の面外変形量、横構では最大値で30mm（管理目標値5.1mm）の面外変形量を確認した（写真-2）。ウェブ、下フランジとも変形が大きく、主桁に比べて剛性が低いためと考えられる。高力ボルトは、たたき点検を行い、ゆるみ等異常がないか点検したが、特に異常は見られなかった（写真-3）。

図-3 に示す支承の調査の結果、G2、G3桁の上巻が3～6mm 浮き上がり、下巻サイドブロックの左右の隙間もG2、G3間側が狭くなってい



写真-2 端横桁の変状量調査



写真-3 高力ボルトの状況

①支準と主桁の位置関係(水平方向)

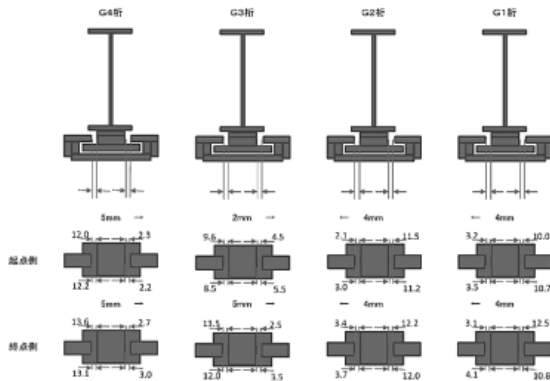


図-3 支承サイドブロックの遊間量測定図



写真-4 橋脚コンクリートの損傷状況

た。これは、G2-G3桁間の端横桁が「への字」型に大きく変形したことにより、面外剛性の低い主桁が引き寄せられ、支点反力も小さいことから、反力以上の上揚力が横桁取り合い部に働き主桁が浮き上がったことが原因と考えられる。

伸縮装置は目視点検により橋面の段差と下面からの異常音について調査を行ったが、特に異常は見られなかった。

床版および橋脚のコンクリートについては、被災した箇所のたたき点検および目視調査を行った。調査の結果、出火元に近い箇所に浮き、剥離、鉄筋露出が多く見られた。また、細かい亀甲状の毛細ひび割れが確認できた。この毛細ひび割れは通常の橋梁点検時には見られない現象であるため、火災の際に消防車の消火活動が行なわれ、放水により、表面が急冷された特異なものとして推定され、内部に影響はないと考える(写真-4)。

(2) 被災部材の材料試験

1) 鋼材

鋼材は被災温度により引張強度、降伏点および伸びの影響を受ける。600℃位までは影響は少ないが、それ以上では引張強さおよび降伏点が低下し始める。SM570材では焼き戻し温度が650℃であるので、650℃以上での引張強さおよび降伏点の低下が激しい。

試験片は火災時に熱影響を受けた横構と端部横桁の腹板から採取し、試験体3本をJIS Z2201による引張試験を行った。また、本橋梁が供用中

あることから、撤去による安定性の問題がないことを確認し横構を外して試験片の採取を行った。

端部横桁は、熱影響により変形が大きく、取替えを行う部材から採取した。鋼材の引張試験の結果は表-1に示すように、「降伏点」、「引張強さ」、「伸び」ともにSS400材の規格値内であり、大幅な強度低下は見られなかった。よって、前述の通り被災温度は600℃以下であると予想される。

表-1 鋼材試験結果

試験片		降伏点 (N/mm ²)		引張強さ (N/mm ²)		伸び (%)	
部材	位置	測定値	規格値	測定値	規格値	測定値	規格値
横構	G2-G3	333	> 245	458	400~510	27	17以上
端部横桁-1	G4-G3	292	> 245	429	400~510	30	17以上
端部横桁-2	G3-G2	271	> 245	428	400~510	30	17以上

2) コンクリート

コンクリートの中性化深さを測定し受熱深さを確認した。簡易的なドリル法と採取コアにより中性化深さを測定した。また、コンクリートの健全性を確認するために反発硬度法により表面強度、採取コアにより圧縮強度、静弾性係数を測定し内部強度を確認した。

表-2に示す床版の中性化試験結果より火災の

影響により理論値より中性化が進行していると推察される。主桁と床版で囲んだ閉鎖空間に火災の熱がこもり長時間熱せられた影響と考えられる。また、火元付近の中性化深さが高い値を示し直火による火災の影響が考えられる。

表-3に示す床版の採取コアの圧縮強度・静弾性係数結果より、設計基準強度 24N/mm^2 を満足しているため、コンクリートの材料強度は健全であると判断できる。

表-2 ドリル法による中性化試験（床版）

箇所	床版 単位 (mm)					
	ドリル1	ドリル2	ドリル3	ドリル4	ドリル5	ドリル6
1	22.8	21.2	33.3	18.6	19.5	21.0
2	33.8	19.5	32.8	20.3	19.9	20.8
3	18.2	24.5	32.5	23.5	22.0	16.0
平均1	21.3	21.7	32.9	20.8	20.5	19.3
平均2	21.5		26.8		19.9	
平均3	22.7					
土木学会理論値		4.3(水セメント比 50%)				

表-3 圧縮強度静弾性係数（床版）単位 (KN/mm²)

供試体	強度 (補正前)	強度 (補正後)	補正 係数	静弾性 係数	備考 (平均直 径 mm)
床版①	27.4	25.2	0.92	18.1	(5.59)
床版②	34.4	31.0	0.90	31.4	(5.59)
床版③	33.0	33.0	1.00	21.4	(5.59)

(3) 被災橋梁の補修・補強

診断結果を基に補修を行うことで、橋梁本来の耐荷力の復元と円滑な交通の供用の確保を行った。以下に各部材の補修・補強方法について述べる。

- 1) 主桁は、変形量が管理目標値以内で鋼材試験・溶接部試験も問題ないことから補修補強は不要と考えた。
- 2) 横桁・横構は、鋼材試験は合格しているが変形量が大きく、高力ボルト軸力が低下していると考えられるため、高力ボルトと、変形部について取替補強（写真-5）を行った。供用中の

橋梁であることから、取替作業時の安全性を確保するため、端横桁ウェブを切断撤去する前にH鋼補強材を設置した。

- 3) 支承は上杓と下杓が浮いた状態だが、高力ボルト及び端横桁の取替え作業時に主桁の拘束力が低下し浮きが解消すると考え、支承取替は行わない方針とした。主桁降下後に、橋梁本来の荷重が復元しているか確認するために、ジャッキアップを行い荷重の確認を行った。補修後、支承の浮きは解消され荷重も復元された。
- 4) 床版コンクリートは、中性化が進行しているが損傷が特にひどくないため、経過観測後補修することにした。橋脚コンクリートは、鉄筋露出が確認され、損傷が大きいため表層部100mm程度を無収縮モルタルで補修した。



写真-5 端横桁・横構補修の完了状況

4. おわりに

本工事では、橋梁火災による構造物の被災状況の調査・補修を行った。橋梁火災は、被災状況を把握して、被災温度を推定できれば、各部材についての健全性はある程度予測できるものである。

地蔵川高架橋は供用中であり、交通量の多い中、検討・試験期間が短く厳しい工事であったが、多方面の方々のご協力を得て無事完了することができた。