

火災を受けた高架橋における火害診断及び補修について

About fire-damaged diagnosis and repair in the land bridge suffered from fire

JR 北海道 ○正員 小川 直仁 (Ogawa Naohito)
 JR 北海道 正員 佐野 将義 (Sano Masayoshi)
 JR 北海道 正員 小西 康人 (Konishi Yasuhito)

1. はじめに

平成16年8月11日、JR 宗谷線旭川第8高架橋下において、木造の物置及び古タイヤを火元とする火災が発生した。このため、当社では列車の運転を一時中止し、高架橋の火害状況を検査するため現地に向かった。到着後、直ちに目視による外観上の被害状況、打音検査等の確認を行った。現地確認の結果、コンクリートの剥落、ひび割れが発生していることを確認した。しかし、火災を受けていた時間が短かったこととコンクリートの剥落が部分的であることから、構造上の機能低下は軽微であり、列車運行に支障はないと判断し、列車の運転を再開した。後日、火災を受けた高架橋の復旧方法を検討するため詳細調査を実施し、補修を行った。

本論文では、本火災に関する火害診断及び補修について述べる。



写真1 火災箇所

2. 概要

2.1 火災の概要

本火災の概要を表1に示す。

表1 本火災の概要

内容	発生時刻
火災発生推定時刻	21:04
高架橋に火柱が到達した推定時刻	21:07
火柱がなくなった時刻	21:21
鎮圧時刻	21:50
鎮火時刻	23:17

ここで、鎮圧時刻とは火の粉はあるが延焼がなくなった時刻のことであり、鎮火時刻とは火の粉がなくなった時刻のことである。

表1から本火災により高架橋が火害による影響を受けた時間は、高架橋に火柱が到達した推定時刻から火柱がなくなった時刻までの約14分間であったと考えられる。また、火柱の色がだいたい色であったことから火災の温度は1000～1200℃程度であったと推定される。

2.2 高架橋の概要

旭川第8高架橋は、旭川市街地に位置する高さ約6.4mの複線高架橋で、経年31年のRC構造である。

被災位置の構造は不等径間の3スパン張り出し式ラーメン橋とラーメン橋台の接合部直下である。

3. 火害調査方法

本論における対象の高架橋は供用中の構造物であるため損傷の少ない調査方法によらなければならない。そこで、コンクリートコア試料を採取する方法を避け、以下の非破壊検査方法により健全部と火害部の比較分析を行うこととした。

- ①目視及び打音による検査
- ②シュミットハンマーによる反撥度試験
- ③中性化深さ測定(日本非破壊試験協会規格NDIS3419)¹⁾

4. 火害調査結果

4.1 目視及び打音による検査結果

火災を直接受けた箇所コンクリート面は灰白色またはピンク色に変色が認められ、その周辺部はすすが付着していた。これは受熱温度が灰白色部は600～950℃、ピンク色部は300～600℃、すす付着部に関しては300℃未満であったと考えられる²⁾。

スラブは火災のあつた箇所爆裂による剥落、亀甲状のひび割れが発生していた。柱・梁はき裂が入り点検ハンマーでたたくと柱、梁の角部で浮きが見られ、打撃により剥落した箇所もあった。すす等が付着している部分でも亀甲状のひび割れが発生していた。

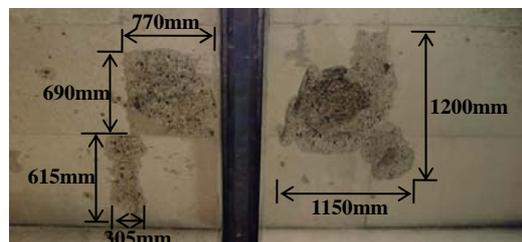


写真2 スラブ下面の爆裂箇所

4.2 シュミットハンマーによる反撥度試験結果

健全部と比較し、梁・スラブに関しては反撥度の低下がみられなかった。しかし、柱においては健全部が50なのに対し最小で40となり10の低下がみられた。

表2 シュミットハンマーによる反撥度試験結果

反撥度	健全部(R)	火害部(R)
柱	50	40～48
梁	48	48
スラブ	48	49

4. 3 中性化深さ測定結果

健全部と比較し、梁・スラブに関する中性化深さは健全部と同等であった。したがって、受熱中性化は既往中性化量と同等かそれ以下であると考察される。しかし、柱においては健全部が21mmなのに対し最大で43mmの中性化深さとなり約20mmもの進行がみられた。中性化残りは最小で7mmであった。以上のことから柱部においては最大43mmの深さまでコンクリートが500℃以上で加熱されていたと推察される。また、鉄筋部までの中性化の進行は各部とも見られなかったため、鉄筋の受熱温度は500℃以下であったと推察されることから鉄筋の力学的性質に影響はなかったと考察される。

表3 中性化深さと中性化残りの測定結果

	健全部(mm)		火害部(mm)	
	中性化深さ	中性化残り	中性化深さ	中性化残り
柱	21	34	21~43	34~12
梁	30	50	30	50
スラブ	30	50	30	50

4. 4 中性化の進行予測と鉄筋腐食開始時期判定

中性化深さは、 \sqrt{t} 則や促進試験の利用などの方法によって進行を予測することができる³⁾。ここでは \sqrt{t} 則により予測を行う。

\sqrt{t} 則は(1)式により表される。

$$y = b\sqrt{t} \quad (1)$$

ここで、 y : 中性化深さ (mm)

t : 中性化期間 (年)

b : 中性化速度係数 (mm/ $\sqrt{\text{年}}$)

まず、(1)式より b を求めると、健全部(柱)においては3.77mm/ $\sqrt{\text{年}}$ であり、健全部(スラブ、梁)においては5.39mm/ $\sqrt{\text{年}}$ である。

また、鉄筋の腐食が開始する位置を中性化残り10mmと仮定する³⁾。

以上より、健全部(柱)においては中性化残りが34mmであるので約40.5年後には腐食が始まる可能性があるのに対し、最も中性化の進行が大きい火害部の柱は中性化残りが12mmであるので約3ヶ月後にはその可能性があるかと判定された。

5. 火害診断および回復目標の設定

調査結果から、コンクリートの損傷はかぶり部及びコンクリート表面であった。そこで、柱、梁での損傷箇所を全てはつり落とした場合において、列車荷重に対する検討を行ったところ、列車の運行に問題ないという結果が得られた。そのことから、安全性能や使用性能は維持していると判断した。

しかし、高架下の土地利用や歩行者の通行等に対してのコンクリート剥落による第三者影響度に関する公衆安全性能の低下、劣化による美観の低下、そしてコンクリートの剥落、ひび割れ、中性化による耐久性能の低下がみられた。

したがって以上のことから、本論における回復目標を「耐久性能及び第三者影響度に関する公衆安全性能と美観の回復」とすることとした。

6. 補修

6.1 補修範囲の検討

回復目標を達成するためには以下のような箇所において補修が必要であると判断した。

- ①コンクリートの剥落、浮きなどが見られる箇所
- ②0.2mm以上のひび割れ
- ③中性化残りが無い箇所

6.2 補修工法の選定

補修工法は補修性能、経済性、施工性、補修材料の制約条件を勘案し以下のように選定した。

- ①コンクリートの剥落、浮き、0.5mm以上のひび割れがある箇所及び中性化残りのない箇所については劣化部のはつり落としと断面修復を行うこと
- ②0.5mm以下のひび割れ箇所は含浸補修を行うこと

①柱の補修工法

劣化部のはつりと無収縮材による断面修復を行った。

②梁の補修工法

すず等の取除きと0.5mm以下のひび割れに対して効果のある含浸剤によるひび割れの補修を行った。また、劣化部のはつりと無収縮材による断面修復を行った。型枠の施工が困難な箇所については、ポリマーセメントを用いコテ仕上げによって断面修復を行った。

③スラブの補修工法

すず等の取除きとひび割れ含浸補修を行った。断面修復を行う箇所では型枠の施工が困難であるため、ポリマーセメントを用いコテ仕上げによる断面修復を行った。

7. おわりに

本論では、火災を受けた経年31年のRC構造高架橋における火害診断及び補修について報告した。

火害診断結果としてはコンクリート表面及びかぶり部の劣化が見られ耐久性能及び第三者影響度に関する公衆安全性能や美観の回復が必要と判断された。その判断結果から必要箇所において無収縮材及びポリマーセメントによる断面修復工と含浸補修剤によるひび割れ補修工を行った。また、今後も補修箇所について継続調査を行い、補修効果を確認していきたい。

さて、今回の火災では一時的な列車運転中止を伴うものであったが、昭和55(1980)年の国鉄武蔵野線西浦和駅構内高架下火災では約1ヶ月間に及ぶ列車運転の中止を伴うこととなった。このように、高架下火災は被災箇所のみならず、列車運行においても甚大な被害を及ぼすものである。そのため、今後とも安全・安定輸送確保のため火災時の復旧対策並びに高架下の防火対策を検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) (独) 土木研究所、日本構造物診断技術会：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル、技報堂出版、2003
- 2) (社) 日本建築学会：建物の火害診断及び補修・補強方法、丸善、2004
- 3) (社) 土木学会：2001年制定コンクリート標準示方書[維持管理編]、丸善、2001