

火災の影響を受けた PC 橋の安全性に関する研究 (その 2) ～ 桁下火災を想定した PC 橋被害ケーススタディ ～

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○野島 昭二
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 山根 隆志
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 江良 和徳

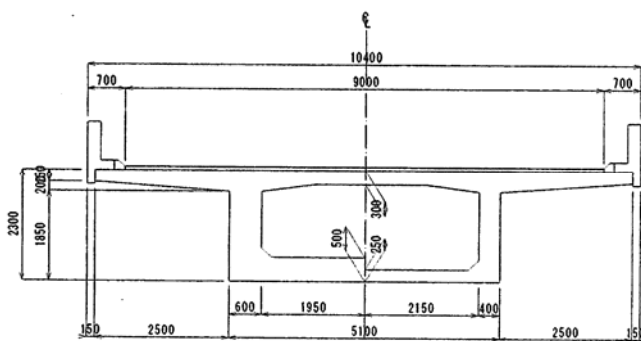
1. はじめに

都市近郊の高架区間における一般道路との交差、本線とランプ橋との交差、高架下の占用物等において車両火災や資材火災が発生した場合、橋梁が被害を受ける可能性がある。PC 構造物の近傍で火災が発生した場合、熱影響に起因する PC 鋼材のリラクセーションの変動により構造物の耐荷性能が低下する可能性がある。本研究は、PC 橋の桁下における火災発生を想定したケーススタディを行い、火災による PC 橋の被害程度を推定したものである。

2. 検討概要

2.1 検討モデル

本論では、桁下空間が小さい PC 単純箱桁を検討モデルとし、橋梁直下で火災が発生したと想定して床版および主桁の被害程度を試算した。検討モデル橋梁の主桁形状および橋梁諸元を図-1 に示す。



構造形式	: PC 単純箱桁橋
橋長	: 41.0m
支間	: 40.0m
全幅員	: 10.4m
有効幅員	: 9.0m
活荷重	: B 活荷重 (L 荷重)
衝撃係数	: $i = 10/(25+L)$
コンクリート	: 40N/mm ²
PC 鋼材	: 主ケーブル SWPR7B 12S15.2 横締めケーブル SWPR7B 1S21.8
鉄筋	: SD345

図-1 検討モデル橋梁

2.2 火災時の加熱温度曲線

図-2 に示すとおり、コンクリート構造物の火災時における加熱温度曲線としていくつかのモデルが提案されている。トンネルの耐火設計などでは、RABT 曲線が、建築材料の耐火検討では ISO 曲線が用いられることが多いようである。ここでは、概略の検討でありコンクリートの受熱温度の算出を容易にするため、1000 の受熱が 2 時間継続したこととして、検討を行うこととした。

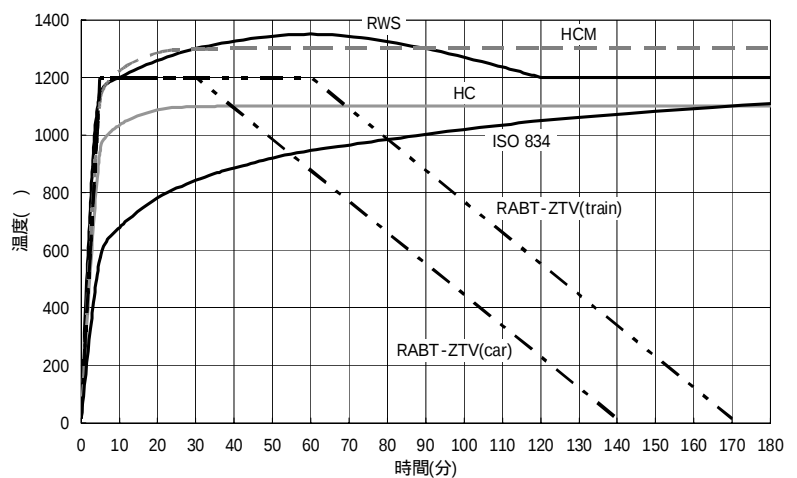


図-2 火災時における加熱温度曲線の例

キーワード：火災、PC 橋、受熱温度、プレストレス損失、耐荷性能

連絡先：〒194-8508 町田市忠生 1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 道路研究部橋梁研究室

Tel : 042(791)1943 Fax : 042(791)2380

3. 被災後の PC 橋の安全性能照査

3.1 検討条件の設定

コンクリートは加熱されるとセメント水和物が化学的に変質し、強度および弾性係数などの力学的性能が低下する。その低下の程度は、一般的に受熱温度が 500 を超えるとほぼ半減するといわれている。そこで本検討においては、コンクリートの受熱温度が 500 以上となる断面の部材耐力を無視することとした。表面温度が 2 時間で 1000 の温度上昇をした場合のコンクリート内部温度が 500 に達する深さは表面から 40mm となり、この範囲のコンクリートを断面欠損として設計計算を行った。

火災後の有効プレストレスは、PC 鋼材の熱特性に関する要素実験の結果から推定される受熱温度とプレストレス低減率の関係を適用することとした。表面温度が 2 時間で 1000 の温度上昇をした場合のコンクリート下面から 110mm の位置にある PC 鋼材の受熱温度を推定したところ 150 程度となった。よってプレストレスの減少率を 20%と算定し、有効プレストレスを低減して設計計算を行った。

3.2 試算結果

検討結果を表-1 に示す。床版橋軸直角方向には活荷重最小時ににおいて床版上縁の引張応力度が許容値を超える。床版橋軸方向は RC 構造であるため床版下縁側の劣化は応力に影響しないものの、かぶりが減少するため耐久性に影響を与える。主桁を見ると、活荷重最大時ににおいて床版上縁の引張応力度が許容値を超える。また曲げ破壊安全度も不足する結果となった。

ただし、いずれの検討結果も許容値を大幅に超えるものは認められておらず、コンクリート上部工としての断面耐力は十分に残存していると評価できる。本検討で仮定した火災の範囲では、受熱により急激な安全性能の低下にはつながらないものと推定できる。

4. まとめ

桁下火災を想定した PC 橋の被害程度推定ケーススタディを行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) ISO 標準加熱曲線を用いてコンクリート部材の受熱温度を推定し、それをもとに耐荷性能を失ったコンクリート深さおよびプレストレス減少量を仮定して設計計算を行う手法を提案した。
- (2) その結果、本検討で仮定した火災の範囲ではコンクリート上部工としての安全性能の急激な低下にはつながらないことを示した。

今後、火災による被害を受けた PC 橋の安全性能をさらに詳細に検討するためには、可燃物の種類および燃焼位置の想定、加熱温度曲線の推定方法、受熱温度と受熱時間との関係について、さらなる検討が必要と考える。

表-1 火災による PC 橋の被害程度の検討

床版			単位	健全モデル		火害モデル	
曲げモーメント	死荷重時	Md	kN・m	-49.860		-46.800	
	設計荷重時	ML	kN・m	-130.500		-127.440	
合成応力				上縁	下縁	上縁	下縁
	橋軸直角 1S21.8	応力度	N/mm ²	0.3	3.3	-1.3	4.3
		許容値	N/mm ²	0<σ<14		0<σ<14	
				コンクリート	鉄筋	コンクリート	鉄筋
	橋軸方向 D16ctc250	応力度	N/mm ²	3.9	112.5	3.9	112.5
		許容値	N/mm ²	14.0	140*	14.0	140*
曲げ破壊安全度	終局曲げモーメント		kN・m	266.4		262.4	
	破壊抵抗曲げモーメント		kN・m	400.4		282.4	
	安全度			1.503		1.076	

主桁			単位	健全モデル		火害モデル	
曲げモーメント	死荷重時	Md	kN・m	37 545.2		36 680.9	
	設計荷重時	ML	kN・m	50 720.7		49 856.4	
合成応力				上縁	下縁	上縁	下縁
	死荷重		N/mm ²	7.1	-12.9	7.5	-14.2
	活荷重		N/mm ²	2.5	-4.2	2.7	-4.8
	有効プレストレス		N/mm ²	-2.4	16.7	-2.2	15.2
	死荷重時	応力度	N/mm ²	4.8	3.8	5.3	0.9
		許容値	N/mm ²	$0 < \sigma < 14$		$0 < \sigma < 14$	
	設計荷重時	応力度	N/mm ²	7.2	-0.4	8.0	-3.8
		許容値	N/mm ²	$-1.5 < \sigma < 14$		$-1.5 < \sigma < 14$	
曲げ破壊安全度	終局曲げモーメント		kN・m	85 324.2		84 755.8	
	破壊抵抗曲げモーメント		kN・m	95 164.9		76 621.2	
	安全度			1.115		0.904	