

V-87 火災を受けたRC高架橋の調査

国鉄 構造物設計事務所	正会員	小林 明夫
国鉄 構造物設計事務所	正会員	大坪 正行
国鉄 構造物設計事務所	正会員	石橋 忠良

1. まえがき

昭和55年8月、武蔵野線西浦和駅構内で古タイヤ約40万本の燃焼による沿線火災が発生し、鎮火まで43時間に及んだ。このため、高架橋その他の鉄道施設の機能も大きく損われたため仮復旧まで1ヶ月、完全復旧まで7ヶ月余を要した。本調査は、高架橋復旧のための資料を得るために行ったもので、これについて報告する。

2. 被災状況

被災した高架橋は、図-1のように4ブロック、延長113mであり、損傷の特に著しい高架橋は中央の2ブロックである。写真-1はスラブ下側、写真-2は柱の状況である。

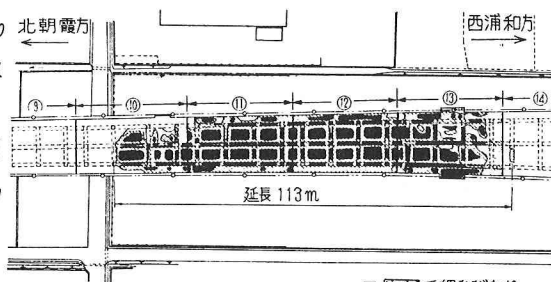


図-1 高架橋の被災状況

凡例
 [斜線] 毛細びわれ
 [点線] コンクリート剥落
 [黒塗り] 鉄筋露出

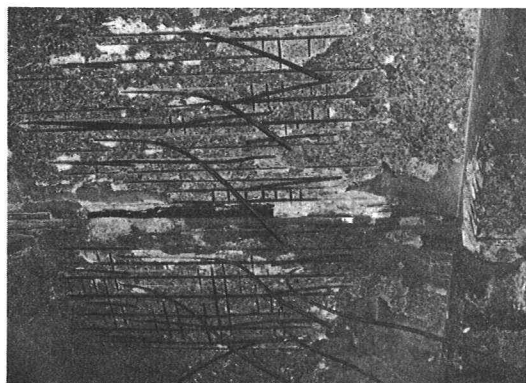


写真-1

3. コンクリートの調査

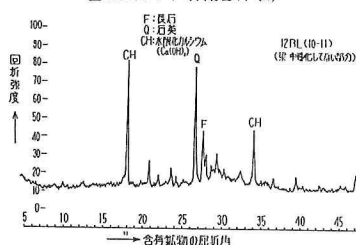
コンクリートの被災温度を推定するため、表面のガラス状の部分と健全な部分と比較するためX線回折した結果を図-2(a), (b)に示す。これによれば珪灰石を1200℃以上に熱した場合に生成する凝珪灰石の結晶の存在により、コンクリートは1200℃以上の火熱を受けたと推定される。

また、R12の梁より採取したコンクリートコアについて

フェノールフタレイン1%溶液で中性化を示した境界の前後で炭酸ガス再吸収量、遊離石灰量から受熱温度を推定した結果を表-1に示す。中性化深さは、試料Aは20mm、試料Bは30mmでこの位置を採取位置の2と3の境界とし試料厚さは各1cmとした。

コンクリートコアを採取して中性化深さ、圧縮強度、弾性係数と測定した結果の一例を表-2に示す。設計基準強度 $\sigma_k = 240 \text{ kg/cm}^2$ に対して建設時の供

図-2 コンクリートのX線回折 (a)



(b)

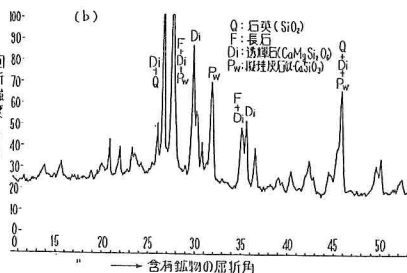


写真-2

試体強度 280 $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ と比較してみると、スラブのコンクリートは若干低下していると考えられるが、梁および柱のコンクリート強度については一部当時の供試体強度より低下しているものもあるが設計基準強度以上あり、スタラップで囲まれコア採取可能な内部のコンクリートは設計上の強度は期待できるものと考えられた。しかし、弾性係数はかなり低下していることが判明した。

表-1 コンクリートの被災温度の推定

位置	炭酸ガス再吸収量による推定 CO ₂ 再吸収量(%)	被災温度(℃)	遊離石灰量による推定 CaO(%)	被災温度(℃)
A-1	10.8	820	0.1	980
A-2	9.1	745	1.2	760
A-3	10.5	805	3.2	360
A-4	5.9	590	3.3	340
B-1	7.1	660	0.2	960
B-2	6.5	625	2.8	440
B-3	5.7	580	3.3	340
B-4	5.9	590	3.1	380

4. 鉄筋の調査

スラブ下側の鉄筋およびスラブ取りこわしの際に発生したスラブ上側の鉄筋について引張試験を行った結果の一部を表-3に示す。火勢を強く受けたと思われるR11、R12については降伏点、引張強度とも低下が認められた。R11、R12には焼損のため20~30%の低下を示していた。一部40%程度の低下を示したものもあった。また焼損の著しい鉄筋は明瞭な降伏点を示さないものもあった。しかし、R10、R13のスラブ上側の鉄筋では規格値を満足している。

写真-3,4は著しく被災した鉄筋の顕微鏡写真であり、写真-3には、加熱後比較的早く冷却される場合に生ずるウイドマンステッテン組織が見られた。写真-4は、結晶粒径がかなり大きく1000℃以上の結晶粒の粗大化するオーステナイト領域に加熱した後、ゆっくり冷却された場合に生じる。

表-2 被災コンクリートの中性化深さ、圧縮強度、および弾性係数

コア採取位置	中性化深さ (mm)	圧縮強度 (N/mm^2)	弾性係数 ($\times 10^3$ (N/mm^2))
柱			
R10 10-1	3	373	2.19
R11 2-D	5	246	2.49
R12 6-D	10	285	2.13
R13 11-D	6	374	1.66
梁			
R10 7-1	5	286	1.86
R11 6-10	—	222	0.92
R12 8-2	2	253	0.70
R13 2-6	2	235	0.58
スラブ			
R11	4	245	0.64
R12	2	226	1.00
柱			
R11 8	28		
R12 1	32		
梁			
R11 3-7	40		
R12 5-6	30		
柱			
R14 3	4~8		

1)は被災直後
2)は4ヶ月後
3)は健全な箇所

表-3 実物材の引張試験結果(D22)

供試材	位置	降伏荷重 (t)	引張荷重 (t)	断面積 (cm^2)	降伏強度 (kg/mm^2)	引張強度 (kg/mm^2)	伸び (%)	規格値 引張荷重	規格値 引張強度
R10 8-3	下	13.1	20.2	3.822	34.2	52.8	27	1.13	1.06
R11 8	下	9.5	17.4	—	—	—	14	0.82	0.92
R11 9	下	9.0	16.5	2.803	32.1	58.8	14	0.77	0.87
R12 3	下	9.6	17.1	3.605	26.6	47.4	24	0.83	0.70
R12 8	下	—	14.6	—	—	—	12	—	0.77
R13 2-1	下	12.6	20.0	3.771	33.4	53.0	26	1.08	1.05
R12	上	17.4	19.2	3.732	36.2	51.3	24	1.50	1.01
R15 縦筋 SP30		11.613	18.968	3.871	30.	49~63	14		

被災温度を推定するために実験炉で実験を行ったが、実験では900℃では結晶粒の成長は生じなかったが、1000℃では3μ以上でウイドマンステッテン組織が現われ、1100℃では1μでむかなりのウイドマンステッテン組織を生じ、結晶粒も成長することが明らかとなった。写真-3に示す結晶粒は、1100℃の場合より大きいことから、(実験炉の性能上1100℃以上はできなかったが)、スラブ下側は1200℃以上の熱を受けていたものと推定される。

鉄筋試料の硬度分布については、健全な試料はHv=165~170程度であるのに対し、ウイドマン

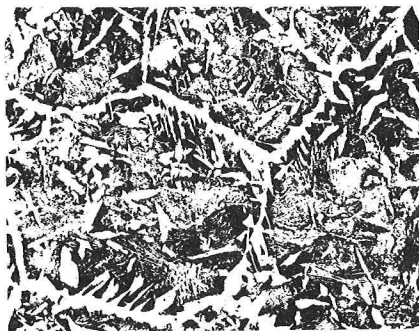


写真-3 (倍率100倍)

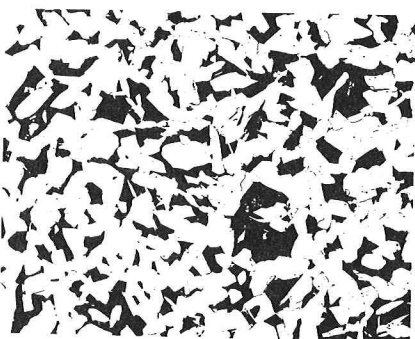


写真-4 (倍率100倍)

ステッテン組織を示す試料ではHv=190~200と硬化している。写真-4のような粗大化した組織はHv=140~150と軟化していた。

5. まとめ 高梁橋の復旧は以上の調査結果を参考にして、スラブについては、火害の著しい部分は打替え、軽微な部分は吹き付けによって行い、梁、柱は外巻きコンクリートによって行った。