

火災被害を受けた RC 構造物の変状調査

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○関 玲子
 ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 秋山 啓太
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 友利 方彦

1. はじめに

1932年に建設され、東京空襲により火災被害を受けた記録があるRC高架区間では、火災被害による劣化・変状が進行している可能性が考えられる。

よって、本研究では、過去に火災被害を受けたRC構造物に対し、各種試験を行い、劣化・変状把握を行うこととした。

2. 試験概要

RC構造物は火災被害を受けた場合、受熱温度によるが、変色、コンクリートの圧縮強度・弾性係数の低下、鉄筋の強度・弾性係数の低下および中性化の進行という劣化・変状が予測されるため、表1の試験を実施した。

表1. 試験項目

試験項目	試験方法	試験対象
目視観察	—	43径間
コンクリート圧縮強度試験 コンクリート静弾性係数測定	JIS Z 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法 JIS Z 1149 コンクリート静弾性係数試験方法	ラーメン 2径間 試験体数量9 (床版3 梁3 柱3) アーチ 2径間 試験体数量9
中性化深さ測定	JIS Z 1152 コンクリートの中性化深さの測定方法	
鉄筋腐食度調査	JCI コンクリートのひび割れ調査 補修・補強指針-2003-	ラーメン 2径間 試験体数量6 (梁3 柱3) アーチ 2径間 試験体数量3
鉄筋引張強度試験 鉄筋静弾性係数測定	JIS Z 2241 金属材料引張試験方法	ラーメン 2径間 試験体数量6 (梁3 柱6)

また、床版下面に格子状のひび割れが確認されている。これは火災被害により発生したと推測されるが、火災被害によるひび割れおよび強度低下を起因とし、発生・進行している疲労ひび割れの可能性もあることから、各種試験の結果を踏まえた疲労照査を実施することとした。

3. 試験結果

①目視観察

床版には格子状ひび割れ、遊離石灰、漏水跡および鉄筋露出が確認され、コンクリートの変色(ピンク色)も認められた。梁・柱は、吹付けモルタル補修が施されている箇所が多かったことから、火災被害の影響が特に大きかったと推測される。梁では、一部、格子状ひび割れ、鉄筋露出および遊離石灰が確認され、柱では吹付けモルタルおよびコンクリートの剥離が確認された。表面のひび割れおよび変色状況から、コンクリート表面の受熱温度は500~600℃程度と推定される。

②コンクリート圧縮強度試験・静弾性係数測定

各部材の圧縮強度平均値を表2に示す。柱における強度が小さい傾向にあったが、補修の有無による強度への影響は確認されなかった。また、変状による強度への影響も確認されなかった。当該構造物の設計基準強度は18 N/mm²程度であると考えられるが、どの部位においても設計基準強度を上回っている。既往の研究⁽¹⁾にて、500℃程度の受熱温度ならば圧縮強度の低下は9割まで回復するとされていることから、コンクリート強度の著しい低下が確認されなかった本事例は、コンクリート受熱温度が500℃程度であったと考えられる。

図1にコンクリート圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。試験値の方が標準値⁽²⁾より全体的に低くなっている。これは、受熱により低下した弾性係数はある程度復元するが、復元度合いは強度と比べて小さい傾向にあったと考えられる。

表2. 圧縮強度平均値 (単位: N/mm²)

	床版	梁	柱	アーチ
補修無し	28.8	32.7	28.3	26.7
吹付けモルタル 補修有り	32.0	31.0	28.4	32.2

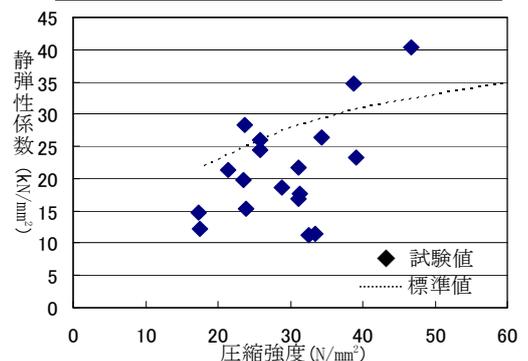


図1. コンクリート圧縮強度と静弾性係数の関係

キーワード 火災, RC 構造物, 劣化度調査, 中性化深さ, 引張強度試験

連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端2-20-68 東日本旅客鉄道(株) 東京支社施設部工事課 TEL03-5692-6140

③中性化深さ測定

中性化深さ測定結果を図2に示す。W/C=60%とした際の理論中性化深さ⁽³⁾と比較し、梁・柱の実測中性化深さは大幅に上回る結果となった。補修の有無による中性化深さへの影響は明確には確認されなかった。実測かぶり最小値で計算した場合、中性化残りが10mm以下となるラーメン部の主筋は63.9%、配力筋は100%であったことから、中性化による鉄筋腐食が懸念される結果が得られた。

④鉄筋腐食度試験

鉄筋腐食度試験の結果、鉄筋腐食グレードは点錆または表面錆であり、断面欠損を伴うような著しい鉄筋腐食は確認されなかった。試験部位、表面変状および吹付けモルタル補修の有無等で鉄筋腐食の差異は見られなかったが、中性化深さが大きく、かぶりの薄い配力筋において、腐食が進んでいる傾向があった。中性化深さ測定の結果から鉄筋腐食が進行する状況にも関わらず、著しい腐食が発生していないのは、水分の供給が少ないことが原因だと推測される。

一部の柱において、鉄筋とコンクリートの界面のひび割れを確認した。これは、受熱した際のコンクリートと鉄筋の一致でない膨張のために、拘束応力が增大したために発生したものと考えられる。

⑤鉄筋引張強度試験・静弾性係数測定

鉄筋の引張強度と静弾性係数の関係を図3に示す。降伏強度は257~297N/mm²に分布し、平均値は284N/mm²である。また、引張強度は389~460N/mm²に分布し、平均値は426N/mm²である。降伏・引張強度共にばらつきは比較的少ないことから、材質はSS400(SR235相当)と考えられ、明らかな強度低下等の劣化傾向は確認できない。柱配力筋の静弾性係数は、標準値190~210kN/mm²を下回った。柱配力筋は他と比較しかぶりが薄いために、受熱が大きく、火災による影響が大きかったため、静弾性係数が低下する傾向にあったと推測される。

⑥疲労照査

FEM解析にて算出した変動荷重曲げモーメントを用いて、変動応力を計算し、その値を用いて、累積疲労損傷度の計算を行った。その結果、累積疲労損傷度は0.0402となり、疲労については問題ない値であった。一方、過去の検査結果においても格子状ひび割れは確認されているが、その検査結果と現在のひび割れ状況等を比較したところ、ひび割れ範囲が一部で拡大している箇所もあるが、ひび割れ幅の拡大等顕著な進行性は確認できなかった。

また、現在においても角落ちが確認されないことから、現在発生している格子状のひび割れは、過去の火災被害により発生したものと推測される。

4. まとめ

当該構造物は、目視観察の結果、コンクリート部の火災被害が原因だと思われる格子状ひび割れ、変色および遊離石灰や漏水跡が確認されたが、コンクリートおよび鉄筋の強度試験・静弾性係数測定および腐食度試験の結果においては、著しい耐力低下に繋がる値とはならず、明確な火災被害による影響は確認されなかった。また、各種試験の結果から、早急に構造物の安全性能を脅かすような結果が得られなかったことから、今後は、耐久性能(中性化・鉄筋腐食)、使用性能(漏水)、美観・景観(表面性状)、第三者影響度(剥離)の要求性能に着眼した維持管理を行っていくこととする。

参考文献:

- (1) (社)日本コンクリート工学協会: コンクリート診断技術'05[基礎編]
- (2) 土木学会: コンクリート標準示方書[構造性能照査編]2002年
- (3) 土木学会: コンクリート標準示方書[維持管理編]2001年

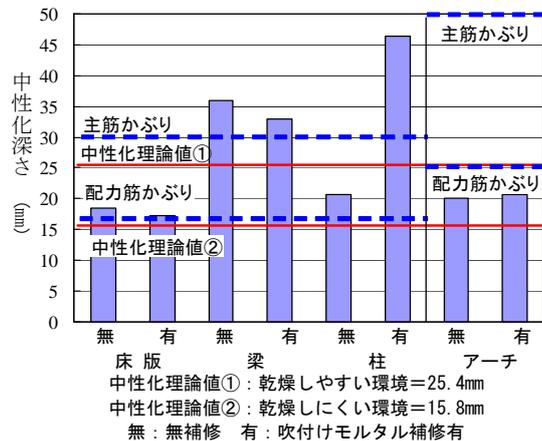


図2. 中性化深さ測定結果

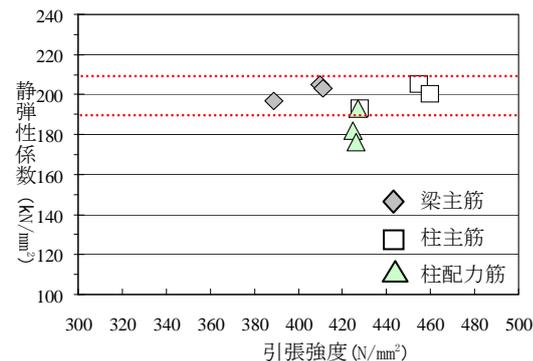


図3. 鉄筋引張強度と静弾性係数の関係