

火害を受けたコンクリート構造物の損傷評価方法に関する検討

大成建設（株） 土木技術研究所 正会員 ○堀口 賢一
 大成建設（株） 土木技術研究所 正会員 武田 均
 大成建設（株） 土木技術研究所 正会員 丸屋 剛

1. はじめに

火害を受けた土木コンクリート構造物の損傷評価は、火災の発生件数が少ないことから評価例も少なく、評価方法も十分には確立していない。しかし、国内外のトンネル火災など、コンクリートが甚大な被害を受けた場合があり、火災後の復旧を行う上で、被災したコンクリートの損傷評価方法を確立する必要性は高い。

損傷の程度を評価するには、材料物性と密接な関係がある受熱温度を推定することが重要である。受熱温度の詳細な推定には、X線回折分析や示差熱分析などの材料分析が一般的に行われているが、これらの分析には高度な専門知識が必要で評価が難しい。そのため、受熱温度の推定は、測定が比較的容易なフェノールフタレインによる中性化深さ測定が用いられることが多い。これは受熱温度 500℃程度に達した範囲を知る方法として用いられ、この範囲を補修範囲とすることが多い。しかし、コンクリートの圧縮強度は受熱温度が 500℃で 50%程度に低下するため、受熱温度の許容範囲を 300℃以下とする場合¹⁾もあり、この受熱温度を容易に推定する評価方法は現時点では確立されていない。

本論文では、実際に火害を受けた橋梁上部工コンクリートの健全性調査において、コンクリートの圧縮強度や静弾性係数との相関があるビッカース硬さの測定²⁾を行い、火害損傷評価方法としての適用性を検討した。

2. 調査構造物

調査対象の構造物は図-1 に示す PC 橋梁上部工（竣工 1964 年）である。同橋は 2000 年 3 月に構造物直下で発生した火災により、かぶりコンクリートがはく離する被害を受けたが、その時点では著しい耐力の低下は認められず、補強は行われなかった。しかし、部分的にかぶりコンクリートがはく離し、鉄筋が露出しているため、耐久性の観点から補修が必要な状態と考えられ、損傷評価のための調査を 2004 年 3 月に実施した。

3. 評価方法

コンクリートの外観上の変色、損傷の有無およびその程度を目視と打音により確認した。また、シュミットハンマーによる反発硬度の測定を、コンクリート表面の変色状況に応じて場所を選定して実施した。更にコアを採取して、圧縮強度、静弾性係数、中性化深さおよびビッカース硬さの測定を行った。ビッカース硬さ測定のコアは、図-1 に示す 2ヶ所で採取した。コア No.1 は横桁側面で、すすが付着しているが外観上損傷がない箇所、コア No.2 は主桁ウェブ側面で、表面がピンク色に変色している箇所から採取した。

4. 評価結果

外観上の損傷は、ひび割れ、浮き、はく離、鉄筋露出および受熱による変色が見られた。写真-1 のように、主桁下フランジはピンク色に変色し、爆裂による浮きやはく離が生じていた。打音検査によれば、コンクリートが浮いている範囲はピンク色に変色している範囲だけでなく、その周辺のすすけている範囲にも及んでいた。

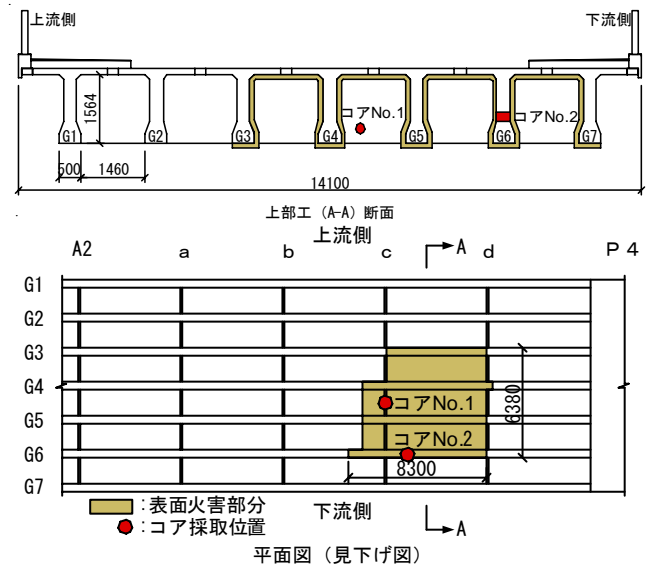


図-1 調査対象構造物（PC 橋梁上部工）断面

キーワード コンクリート、火害、ビッカース硬さ、損傷範囲、評価手法、橋梁

連絡先 〒245-0058 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設技術センター TEL045-814-7228

これは、火勢の衰えによって高温にさらされて変色した箇所すすが付着したためと考えられる。

シュミットハンマーはN型を用いた。表面が健全と思われる46箇所での反発硬度の平均は54.4で、表面がピンク色や細かい網目状のひび割れが見られる22箇所での反発硬度の平均は50.2であった。

中性化深さは、表面がすすけているがコンクリート内部は健全と思われる箇所が最大16mm、表面がピンク色に変色している箇所が最大28mmであった。

圧縮強度は、表面が健全と思われる部分3本の平均が52.7N/mm²、表面が火害の影響を受けていると思われる部分3本の平均が57.1N/mm²、静弾性係数はともに平均2.60×10⁴N/mm²で、表面が火害の影響を受けていると思われる部分での低下は見られなかった。これは、コアの試験に用いた部分が必ずしもコンクリート表面付近を含んでいないことが要因と考えられる。

図-2、図-3にビッカース硬さの測定結果を示す。表面がすすけているが内部は健全と思われた部位（図-2）と、表面がピンク色で600℃程度¹⁾の受熱温度を受けたと思われる部位（図-3）で明確な違いは見られない。これは、すすが付着していた部位が外観から評価される受熱温度300℃程度¹⁾より実際は高温を受けたためと思われ、すすを除去すると表面はピンク色で、火勢の衰えによって高温にさらされた箇所にすすが付着したと考えられる。ビッカース硬さが中性化部分で高いのは、中性化による炭酸カルシウムの生成の影響と考えられる。ビッカース硬さによれば、強度の低下は深さ40mm程度に及んでいるものと推定され、これは中性化深さよりも深いことがわかった。

5. まとめ

表-1に測定結果のまとめを示す。火害による損傷範囲を評価する手法として、平面的な損傷範囲の同定には、外観の変色状況、打音検査およびシュミットハンマーによる反発硬度の測定が有効な手法であることが確かめられた。また、深さ方向への損傷範囲の同定には、中性化深さの測定が有効な手法であり、ビッカース硬さの測定は測定データを積み重ねることで、有効な手法になりうることを確かめられた。

なお、本調査にあたり川崎市建設局のご指導を頂いた。ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建物の火害診断及び補修・補強方法、日本建築学会、2004.3
- 2) 大脇英司ほか、コンクリート構造物の耐久性評価へのビッカース硬さ測定法の応用、セメント・コンクリート、No. 638、p36-p41



写真-1 下フランジ変色・剥離状況

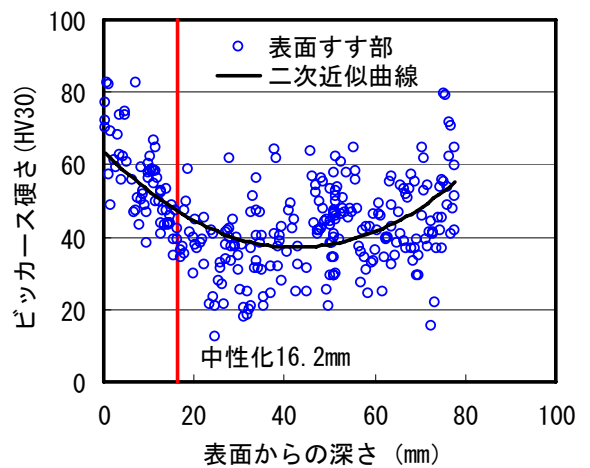


図-2 ビッカース硬さ（表面すす付着部）

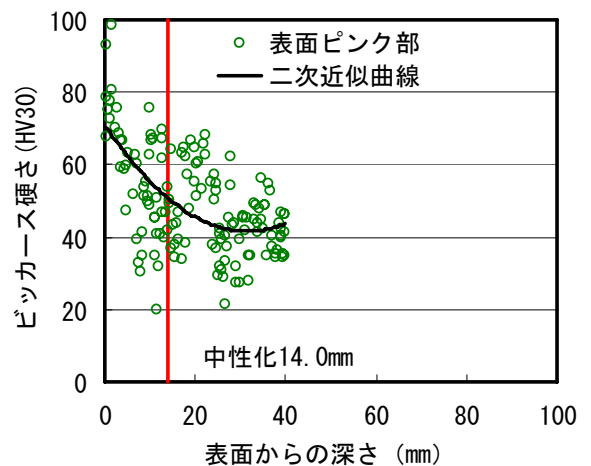


図-3 ビッカース硬さ（表面ピンク色部）

表-1 測定結果のまとめ

| コンクリート表面 | シュミットハンマー反発硬度 | 圧縮強度 N/mm ² | 静弾性係数 ×10 ⁴ N/mm ² | 中性化深さ mm | ビッカース硬さによる劣化深さ |
|----------|---------------|------------------------|--|----------|----------------|
| すす付着 | 54.4 | 52.7 | 2.6 | 16 | — |
| ピンク色 | 50.2 | 57.1 | 2.6 | 28 | 40mm程度 |