

アメリカ

米国ミネソタ州での落橋事故

2007年8月1日午後6時5分、夕刻のラッシュ時に、1967年開通の米国ミネソタ州ミネアポリス市にある州間高速道路35号西線(I-35W) ミシシッピ川橋梁が突如崩壊し、13名の死者を出す大惨事となった¹⁾。現在、国家運輸安全委員会(National Transportation Safety Board: NTSB)

が調査を進めているが、結論を得るには最低18ヶ月を要するとされる。被害の大きさもさることながら、その特異な破壊形態からも、今後の橋梁工学に大きな影響をもたらす歴史的事故となると思われる。折しも米国では、橋梁の長期性能に焦点を当てた国家的研究プロジェクトが発



写真-1 I-35W ミシシッピ川橋梁(左)と10番街橋(右)(2004年)³⁾



写真-2 I-35W ミシシッピ川橋梁⁴⁾



写真-3 トラスの主構と床組⁴⁾

足したところでもあり²⁾、あわせて今後の動向が注目される。本稿は、公式発表に基づいて、現段階で明らかになっていることを、橋梁工学の観点から整理したものである。

橋梁・事故の概要

I-35W ミシシッピ川橋梁は、ミネアポリス市街ミネソタ大学に隣接した位置にある(写真-1)。全長 579m、14 径間からなり、その中央の渡河

部が 3 径間連続鋼上路トラス橋で、南側 5 径間北側 6 径間の取付橋は鉸桁である。トラス橋の主径間は 140m、側径間は 81m で、11.6m の張り出しの掛け違いで取付橋につながっている(写真-2)。床組も幅員 34.5m のトラス構造であり、橋軸方向には不連続でエキスパンション・ジョイントがある(写真-3)。2002 年の統計では、日交通量は 14 万台(8 車線)と多いが、大型車混入率は低いようである。なお、2020 年から 2025 年には架替えが予定されていた。



写真-4 崩壊翌日。隣接する 10 番街橋より北を望む⁵⁾

中央径間はほぼ真下に、南側径間は東側に15mほどずれて落下している(写真-4)。また、北側径間は、中央径間から破断して、北に倒れ込んだ。南側から撮影した崩壊状況がビデオに撮影されており、数秒で崩壊したことや南側が破壊の起点であったことなどがうかがえる。

なお、崩壊当時、コンクリート床版、ジョイント、照明、ガードレールに関する工事が行われており、4車線の交通が規制されていた。

原因調査

NTSBは、工事資材や工事車両の重量分布および過去の検査結果に着目して調査を進めるとしている。また、事故状況や形態を精密に計測し、3次元有限要素法で再現解析を進めるという。荷重・耐荷力の問題と、疲労や腐食など劣化の問題の両面から慎重に調査を進めているものと思われる。これまでのところ、工事資材・車両は合計261トンであったことが明らかとなり、また、ガセットプレート(写真-5)が過小設計であった可能性や凍結防止剤が腐食を誘発した可能性についても言及がなされている。

一方、この橋梁の管理主体であるミネソタ州交通局は、事故直後より、特設ホームページ⁷⁾において、設計・改修時の図面や検査記録、補修検討結果、ならびに事故を受けて実施中の全州一斉点検の進捗を公開している。州橋梁技師長であるDan Dorgan氏もたびたび記者会見に応じ、積極的に関連情報の開示に努めている。

事故までの経緯

この橋が建設されたのは、溶接構造が本格的に用いられ始めた時期であって、現在の技術水準から考えると疲労に対する配慮が不十分な構造ディテールも見られ、特に取付橋には多くの疲労亀裂が報告されている。1992年と1998年にはトラス橋の端横桁にも亀裂が見つかり、ストップホール処理された(写真-6)。1993年より、



写真-5 南西方橋脚とガセットプレート(1996年)⁶⁾

毎年詳細検査が実施されているが、以後、主構には疲労亀裂は見つかっていない。詳細検査報告^{4)、10)}によれば、ほかに一部部材の腐食(写真-7)も指摘されている。1999年の塗装の際、トラス主構箱断面のアクセス・ホールにカバーを取り付け、腐食の一因となる鳥の侵入を防ぐ対策をしている。同じく1999年に、路面の凍結を防ぐ薬剤を散布する自動スプレー装置が設置されているが、凍結防止剤としては、腐食や環境への影響が少ないとされる酢酸カリウムが用いられている。

2001年にはミネソタ大学が、実橋測定ならびに2次元、3次元の有限要素解析によって疲労評価を行い、本体トラスには亀裂の発生の可能性は低いとしたうえで、検査の強化を推奨している⁸⁾。さらに2003年以来、コンサルタント会社URSに



写真-6 北側端横桁ウェブ補剛材の亀裂¹⁰⁾



写真-7 トラス主構斜材ダイヤフラムの腐食¹⁰⁾

よって、より詳細な疲労の評価と疲労破壊の発生を想定に含めた耐荷力の解析が実施されている。2006年に報告書の草案⁹⁾が提出されており、①疲労破壊が懸念される部材に鋼材をボルトで付設する、②検査を徹底して検知可能な亀裂をすべて除去する、③あるいはその両者を行うということが推奨されている。その後、鋼板付設にあたって既存部材に穴を空けることの是非が課題となり、当面の検査の強化と並行して補強の検討が進められていた途上であったという。

おわりに

このように、この橋は相当な注意が払われ、詳細な検査や検討がなされていたが、喫緊に危険が迫っているという結果は得られていなかった。今後明らかとなる原因がいかなるものとなるか予断を許さないが、未然防止という観点からの橋梁工学の限界を感じさせる事故である。橋梁工学を「なぜこの橋が、なぜ今か」に答え、真に安全・安心をサポートできる技術体系としていくために何をなすべきか、総点検する必要性に迫られているように思う。

(2007年8月31日・受理)

参考文献

- 1) Engineering News-Record, Broken Promises, August 13, 2007
- 2) 藤野陽三、阿部雅人：橋梁マネジメントにおけるアメリカでの新たな挑戦、土木学会誌、vol.92, No.06, pp.70-73, 2007
- 3) <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:I35WBridgeMinneapolisSatellite2004.jpg>
- 4) Fracture Critical Bridge Inspection-In Depth Report, Minnesota Department of Transportation Metro District, Maintenance Operations, Bridge Inspection, 2006
- 5) http://en.wikipedia.org/wiki/Image:I35_Bridge_Collapse_4crop.jpg
- 6) <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:MN-I35-SW-pier.jpg>
- 7) I-35W 橋特設 HP : <http://www.dot.state.mn.us/i35wbridge/index.html>
- 8) O'Connell, H.M., Dexter, R.J. and Gergson, P.: Fatigue Evaluation of The Deck Truss of Bridge 9340, Minnesota Department of Transportation, 2001
- 9) Fatigue Evaluation and Redundancy Analysis, Bridge No.9340 I-35W Over Mississippi River, URS Corporation, 2006
- 10) Fracture Critical Bridge Inspection-In Depth Report, Minnesota Department of Transportation Metro District, Maintenance Operations, Bridge Inspection, 2005

藤野陽三 FUJINO Yoza フェロー会員 東京大学大学院工学系研究科
 阿部雅人 ABE Masato 正会員 (株)ビーエムシー