2004年7月福井水害における越美北線橋梁被害原因の解析結果

- 大成建設㈱技術センター 正会員 石野 和男
 - 金沢大学大学院 正会員 楳田 真也
 - 金沢大学大学院 正会員 玉井 信行

1.目的

近年,豪雨災害により河川橋梁の被害が発生している.本調査の目的は,2004年7月18日に発生した福井 水害における越美北線橋梁被害を調査し,その被害要因を探るとともに豪雨災害に対する対策を検討すること である.本報告では,被害原因の解析結果の概要を示す.調査結果は,別報¹⁾に示す.

2.2004 年福井豪雨および足羽川の天神橋観測所での最高流量

福井県の嶺北地方では、2004 年 7 月 18 日の 0 時過ぎから 1 時間に 80mm以上の豪雨が発生し、足羽川の天 神橋観測所では戦後最高水位を測定した.国土交通省足羽川ダム工事事務所は、この水位に対する流量は 2400 m³/s と発表した、本報告では、この流量を用いて検討を行った.

3.越美北線の橋梁被害の概要

写真-1に,11:34に福井新聞社により撮影された第1鉄橋の洪水作用状況を示す.13:05に撮影された写真 では第1鉄橋の橋脚は既に倒壊していた.また,天神橋の水位データは,12:00にピークの23.91mを記録して いて11:34の水位はそれより0.18mだけ低い23.73mと記録されていた.したがって,写真-1は,第1鉄橋の 橋脚が倒壊する直前の写真と推察された.なお,第1鉄橋では,写真右下のブルーの物体が乗っている箇所の橋 脚が倒壊した.桁は,倒壊した橋脚の右岸側1本と左岸側2本が流出している.すなわち,写真中央の橋脚の左右 の桁は流出したが橋脚の倒壊は免れた.写真-2,3,5の第1,3,5鉄橋橋脚倒壊状況からこれらの橋脚は岩着部か ら剥離され倒壊したと推察された.写真-4に,11:30に福井新聞社により撮影された第4鉄橋洪水作用状況を 示す.写真右下端から左上に伸びているのが鉄道である.河川は左下端から右上に流れている.この時点で鉄橋 の左岸側の2/3が流失している.また,左右岸では越流している.写真-6に示すように第7鉄橋の橋脚は下部で コンクリート円柱が折損して倒壊していた.



写真-1 第1鉄橋の洪水作用状況



写真-2 第1鉄橋橋脚倒壊状況



写真-3 第3鉄橋橋脚倒壊状況



写真-4 第4鉄橋の洪水作用状況



写真-6 第7鉄橋橋脚倒壊状況

キーワード 河川橋梁,被害,解析,越美北線,福井豪雨 連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設㈱技術センター土木技術研究所 TEL 045-814-7234

写真-5 第5鉄橋橋脚倒壊状況

4,岩盤から剥離した橋脚(第1,3,5鉄橋)および折損した橋脚(第7鉄橋)の倒壊状況の解析

橋脚および桁に作用した流体力 Fは,(1)式で表される.

 $F=C_{d} \cdot (V^{2}/2g) \cdot A$ -----(1)

ここで,流速Vは流量Q,水深h,河床勾配i,マニングの流速公式を用いて算出した.円柱橋脚の抗力係数C_{d1}: 0.8,桁の抗力係数C_{d2}:1.0を用いて流体力を算出した.また,Aは作用面積である.なお,桁に作用した流体力は 左右橋脚間の半分の支間長分,合計1支間長分が作用したと仮定した.表-1に橋脚基礎の破壊部での曲げ発生 応力と終局耐力の比較表を示す.折損した無筋コンクリートの終局耐力 _{ca1},岩盤から剥離したコンクリート の終局耐力 _{ca2}は,T.0GAWAの実験値²⁾を示した.

橋梁	川幅	河床	桁上~基礎	流速 V	M(ton	底面幅(m),		са	破壊形式	判
No	(m)	勾配	深さ(m)	(m/s)	•m)	形状	(N/mm^2)	(N/mm^2)		定
第1	108	1/200	11.5	2.9	184	4 矩形	0.17	0.18~2.6	岩盤剥離	
第3	75	1/87	11.6	4.8	484	4 矩形	0.45	0.18~2.6	岩盤剥離	
第5	74	1/370	12.3	3.8	342	2.3円	2.86	0.18~2.6	岩盤剥離	
第7	58	1/270	12.4	4.6	645	2.4 円	4.75	0.31~3.3	折損	

表-1 橋脚基礎の破壊部での曲げ発生応力と終局耐力の比較表

表-1 から,橋脚および桁に作用した流体力により橋脚が剥れ,または,折損破壊したと判定された.過去の最高水位は桁下であり,また,設計では桁に作用する流体力を見込んでいないことから,表-1 の結果は妥当であると推察される.なお,写真-1 には,流木が大量に作用している状況は示されていないが,倒壊時には流木による衝撃力も加わっていた可能性もある.ここで,第2鉄橋では河幅が136mと,2番目に長い第1鉄橋の108mよりも長いことから桁に流体力が作用しなかったため未倒壊であると推察される.一方,第6鉄橋では河幅が92m(河床勾配:1/250)で,第1鉄橋108m(河床勾配:1/200)よりも短い.ここで,第1鉄橋では,外岸側の左岸側に堤防が築かれていて河積が狭められていたことから倒壊して,第6鉄橋では外岸側の右岸側に舗装道路が築かれていてそちらに大量の流れが発生したことにより未倒壊であった可能性が高い.

5.洗掘で倒壊した橋脚(第4鉄橋)の倒壊状況の解析

写真-4 に示したように第4鉄橋の橋脚は桁に流水が衝突する時点では倒壊していた.ここで,桁下の水理諸 元を用いて洗掘による倒壊の可能性を検討する.橋脚径D=2.1m,水深h=8m,河床勾配I=1/6000,粗度係数n =0.03 から,h/D=3.81,フルード数:Fr=0.198 が求まる.須賀ら³⁾を用いると,洗掘深Zs=1.2D=2.5mが求まる. 橋脚の根入れ長Zsc=1.52mであり,洗掘により倒壊したことが推察された.なお,別報¹⁾に示したように,第4鉄 橋の右岸側は植生に覆われていて橋脚周辺での洗掘は基礎には達せずに倒壊は免れた.ただし,右岸側橋脚の 後方に 2m程度の洗掘孔が見られた.大型の洗掘実験では橋脚周辺の洗掘深よりも後方での洗掘深が深くなる 場合があり,この調査結果は大型の洗掘実験結果と同様の傾向を示している.また,植生の繁茂により流心が固 定されるとともに流心での水深,流速が大きくなり洗掘に留意しなければならないとの報告⁴⁾もある.本災害 はこの報告を裏付けていて,今後の橋脚の保守における注意事項が示された.

6.おわりに

本報告では,橋脚の倒壊原因の解析結果を示した.調査結果については,別報¹⁾に示す.

本調査は,土木学会北陸豪雨災害緊急調査団の一環として行われた.また,越美北線の図面は JR 西日本に,洪水中の航空写真は福井新聞社に提供いただいきました.ここに関係者各位に感謝いたします.

参考文献

1)石野,楳田,玉井:2004年7月福井水害における越美北線橋梁被害の調査結果,土木学会年次講演会,2005.9

- 2) T.OGAWA:Study on the Stability Evaluation of Concrete Gravity Dam Part ,大成技研報,1993
- 3)須賀他:橋脚による局所洗掘深の予測と対策に関する水理的検討,土研資料第1797号,1982.3
- 4) 辻本,石野,斎藤:河川構造物にかかる河川工学の課題,河川技術論文集第9巻,2003.6