

(1 - 24) 富士川水系における河床低下と橋梁・橋脚の安全性について

山梨大学工学部 正員 深沢 泰晴
同 上 正員 杉山 俊幸
同 上 正員 ○杉原 美好
同 上 松本 正文

1. は じ め に 現在、我が国の多くの河川の河床は、近年の急激な河川環境の変化に呼応して動き出し、新しい平衡状態を求めて、まだ当分その動きを続けるだろうと云われている。とりわけ、急流河川においては、その低下傾向が顕著なものとなって現れている。大幅な、あるいは急激な河床低下は、橋梁等の河川工作物の基礎部の強度に致命的とも云える悪影響を及ぼしかねない。

ちなみに、我が国の三大急流河川の一つに数えられている富士川水系の主要河川においても、昭和40年代に入って河床低下が急激に進行し、供用期間の長い橋梁の場合には、橋脚基礎部の上端が平水時の水面上にまで露出しているものさえ少なくない程である。折しも、昭和57年の台風10号及び18号時に発生した洪水によって国鉄富士川鉄橋、南部町万栄橋等の倒壊・流出をはじめ、富士川水系の多数の橋梁が未曾有の大災害を被ったことは、まだ記憶に遠くないところであろう。この橋梁災害の直接原因は、積年の河床低下に加えて、大洪水による橋脚周辺での激しい局所洗掘が起り、ケーソン橋脚の根入れが大幅に減少したためである。被災を免れた橋梁の中にも、ケーソン橋脚が根入れ不足となっている状況からみて、将来の大洪水時、あるいは大地震時には、その安全性が脅かされるものも少なくないと推測される。

このような事態にかんがみ、我々は富士川水系に架かる主要橋梁について各種の実態調査を行い、その安全性の検討を行ってきた。ここに、それらの結果の一部を報告する。

2. 富士川水系の主要橋梁・橋脚の現況分析 調査対象とした橋梁は、富士川水系の釜無川、日川、笛吹川、早川、富士川に架かる国道、県道、主要地方道の47橋である。概ね次のことが明らかとなった。

(1) 調査橋梁の建設年次別のヒストグラムを全国の都道府県道以上の道路橋のデータと比較すると、全国データでは昭和36～50年にかなり集中的に建設されているのに対し、富士川水系の場合は昭和25～55年にわたって分散しているのが特徴的である。橋梁の耐用年数を60～80年と考えると、これを越えている橋梁は極めて少ないことがわかった。昭和57年の洪水で被災した5橋のうち3橋の耐用年数は20～30年足らずであった。

(2) 富士川水系の河床地盤の多くは、れきまじり砂であり、そのため橋脚の基礎工形式としては、ケーソン基礎が77%と圧倒的に多く、他に直接基礎、杭基礎が若干である。昭和57年の洪水で被災した5橋の下部工のいずれもがケーソン基礎であった。

(3) 橋脚による河積阻害率 κ は、一般に0.03以下とすることを努力目標とし、0.05以上は橋梁架設地点での河積閉塞の起こる恐れがあり問題とされているが、富士川水系では0.05を越える橋が40%にも達している。

(4) 橋梁によるこの河積閉塞を防ぐ目的で、河川管理施設等構造令（以下、単に構造令と呼ぶ）の第63条では、計画高水流量の関数として基準径間長を定めているが、これに対する各橋梁の実平均径間長の比を表す基準径間長比 μ について調べた結果、富士川水系の場合、 $\mu = 0.6 \sim 1.0$ のものが圧倒的に多い。

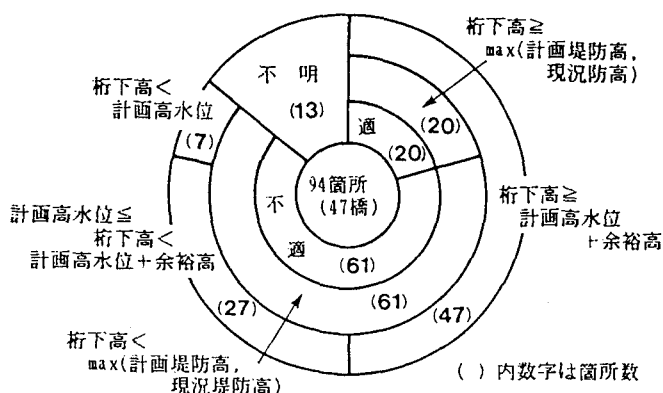


図-1 47橋の桁下高の現況

(5) 同じ目的で構造令の第64条は橋の桁下高についても規定している。これに基づいて各橋梁の桁下高の現況を分析・整理したものが図-1である。規定に適合しないものが全体の2/3にも及んでいる。これは主に近年の流域の開発に伴う計画高水流量の度重なる拡大修正に起因していると推測される。

3. 河床低下と橋脚の根入れ減少率

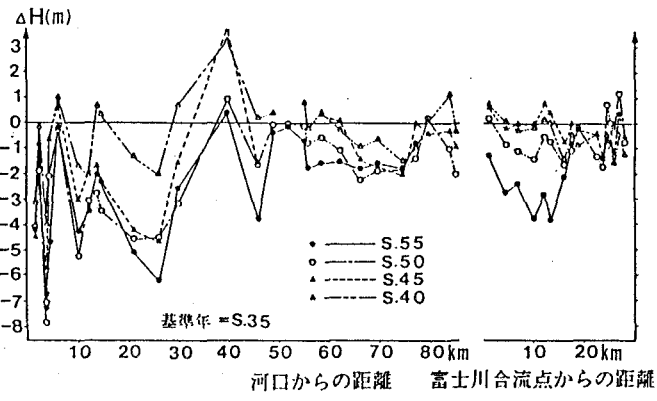
富士川水系における最低河床高の経年変動の一例を図-2に示す。これは建設省甲府工事事務所提供の主要架橋地点の経年変位表に基づいてプロットしたものである。富士川においては、日本経済の高度成長期にあたる昭和40年代の中頃から後半にかけて河床低下が加速されたが、50年代には落ち着いていることがうかがえ、また河床低下の絶対量は上・中流域に較べて下流域において大きい。一方、笛吹川の河床の低下量は、昭和40年代は富士川上流域(釜無川)と同程度であったが、50年代に入ってから低下の進行度合が一段と増幅されてきている点が注目される。

このような河床低下の傾向は、供用期間の長い橋脚に対して根入れ不足をもたらしている。富士川水系のケーソン橋脚をもつ調査対象の36橋の全橋脚309本のうち、補強工事を行ったもの、工事中のもの、実測不能なもの等を除いた258本について現場調査し、その実測値と橋脚設計図とから、各橋脚の根入れ減少率を算出した。その結果を根入れ減少率のヒストグラムとしてまとめた。根入れ減少率が20%以上、30%以上、40%以上のものが、それぞれ全体の38%、25%、11%にも及んでいる。次に、橋脚の供用期間と根入れ減少率との関係を図-3に示す。供用期間が50年以上の橋脚の大半は、根入れ減少率が30%以上となっている。20~35年程度のものでも、根入れ減少率が20%を越えるものが少ないことがわかる。

4. 橋脚・橋梁の安全度判定解析

調査対象とした47橋のうち、根入れ不足のケーソン基礎をもつ橋梁について、各橋の根入れ減少率が最大である橋脚の地震時および洪水時における安全度の判定を行った。道路橋示方書(ⅣおよびⅤ)に則って、各橋脚のケーソン底面地盤の鉛直地盤反力度、ケーソン前面地盤の最大水平地盤反力度、ケーソン底面のせん断力を計算し、これらの値をそれぞれケーソン底面地盤の極限支持力度、ケーソン前面の対応する位置の地盤の受動土圧強度、ケーソン底面と地盤の間のせん断抵抗力で除したものを安全率として示すこととした。図-4は、地震時の水平震度を0.2とし、地盤のN値を10、20、30の3通りに仮定して解析した結果の一例である。

謝辞 最後に、各種の資料の提供とご支援を賜った建設省甲府工事事務所、山梨県土木部、静岡県土木部の関係各位、並びに資料の収集・整理、現場測定等に協力頂いた卒研生の諸君に深く感謝致します。



(a) 富士川(釜無川を含む) (b) 笛吹川
図-2 主要架設地点における最低河床高の経年変動

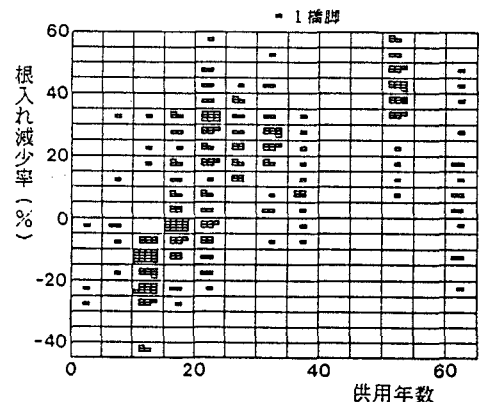


図-3 根入れ減少率と供用の関係

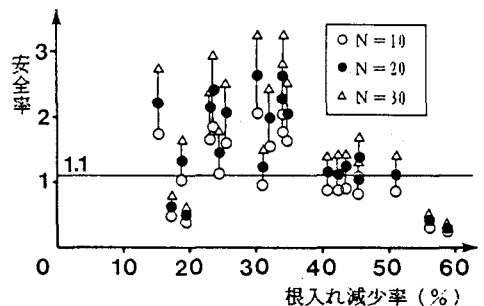


図-4 橋軸方向地震時のケーソン前面地盤の水平地盤反力度に対する安全率