

局所洗掘に対する橋脚の防護工の調査

京都大学工学部 正 員 中川 博次

金沢大学工学部 正 員 辻本 哲郎

京都大学工学部 正 員 村上 正吾

シェル石油(株) 笹岡 茂

1. まえがき 我国の多くの河川は、人為的な働きかけによって河床低下傾向にあり、こうした全体的な河床低下と構造物周辺との局所洗掘とがあいまって、災害が発生している。ここでは、河床低下の著しい河川として紀の川を一例に選び、その河道の動態と橋脚洗掘に関する災害・補修との相関を探ろうとするものである。

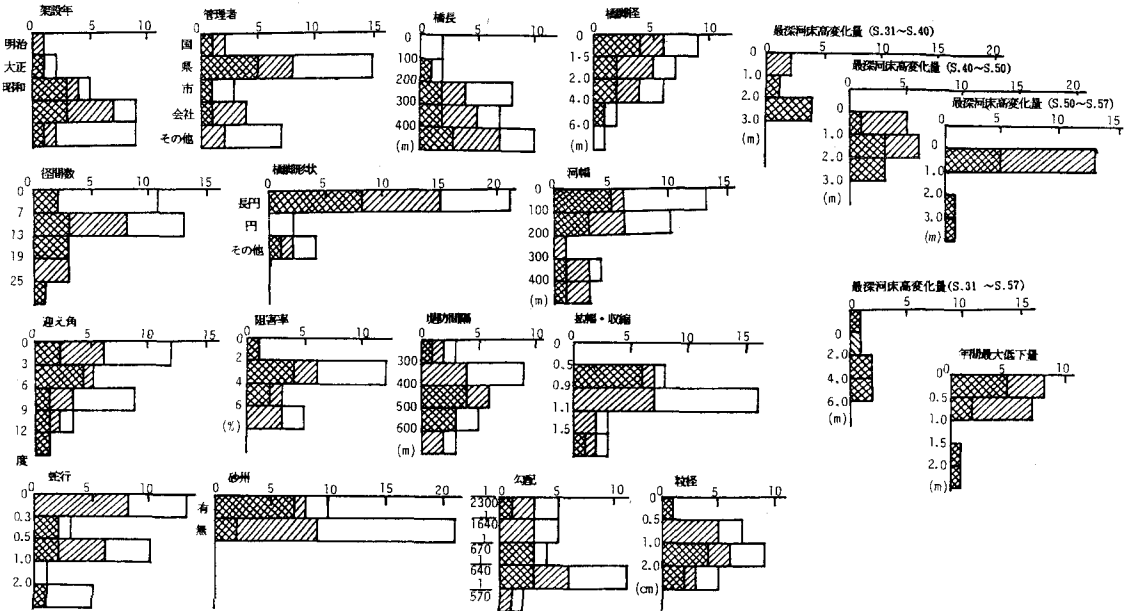
2. 紀の川の河道の動態 紀の川の直轄区間(河口から0 ~ 62.5 km, 架設橋梁31橋)を対象とし、経年的、縦断的な河床変動と河道特性との相関関係を調べ、深掘れ傾向は低水路の拡幅・収縮、蛇行、堰の存在に強く影響されるが、慢性的な河床低下にはそれら以上に、砂利採取という人為的なものの影響が極めて大きいと判断された。

3. 橋脚保護工の実態 紀の川に架設された31橋梁の現地視察の結果、実際に施工されている橋脚の保護工は、4 つに大別される。すなわち、(1) コンクリート・ブロックの山積み・乱積み形式、(2) 橋脚基礎周りに矢板を打ち、コンクリートで中詰する形式、(3) (1) と(2) との併用、(4) ブロックを広領域に敷詰め床固めのする形式、である。中流域のほとんどの橋梁が下部工に不安を有しており様々な対策がとられているが、それぞれ問題点を抱えている。まず、(1) の形式では、橋脚間流水断面積が減少し、その間が深掘れする可能性とそれによる洪水時における保護工の側方への流失・転倒の危険性がある。このため、ブロックの山積み方式に代って、コンクリートを詰めた布袋を規則正しく橋脚周辺に集中して積み上げる方式をとっている橋も見うけられた。(2) の形式では、施工後も洗掘が進行する可能性が大きく、結局、(3) の方式に落ち着くようである。(4) の形式は、比較的効果的と考えられるものの、下流の構造物や河道に与える影響が大きく、河川管理上好ましくないことが多い。また、低水路中心の橋脚以外でも、みお筋の変遷等によって露出し防護が必要になる場合もあり、低水護岸を含めた検討も必要である。

4. 被災・補修の調査 対象31橋梁に関して、橋梁台帳により、橋梁の特性として、各橋梁の架設年、管理者、橋長、径間数、橋脚形状、橋脚径、流れに対する橋梁の迎え角(橋軸が流れに直角の場合を0とする)、阻害率、また架橋地点の河道特性として、堤防間隔、河幅(低水路幅)、拡幅・収縮の割合(上・下流平均河幅に対する割合)、蛇行の程度(曲率で表示)、砂州の有無、河道勾配、河床材料粒径、さらに架橋地点付近の最深河床高の変化量を横断面図より調べ、これらをヒストグラム表示したものが図-1である。ここに、斜線は現地視察で河床低下・洗掘が問題と予想された17橋梁であり、また、二重斜線は河川占有許可申請書により被災・補修経験のあるものとして抽出した橋梁を示している。図-1より、戦前ならびに昭和30~40年代の橋梁のほとんどが、河床低下・洗掘の問題を抱えている。また、河道の収縮部に災害が集中し、砂州がその誘因となっており、さらに河床高変動の顕著なところで災害の生じやすいこともわかる。しかし実際には各橋梁地点で様々な要因が複合して災害が生ずるので、次に幾つかの橋梁で被災と補修について検討を加えた。表1~4には、架設後河床低下量 ΔZ_0 、出水のあった年次の低下量 ΔZ_1 と被災・補修の関係を示したものである。龍門橋(表-1)では昭和35~45年で年平均1 m低下している

が、これは必ずしも洪水によるものではなく砂利採取に伴う低下ではないかと考えられる。また47年出水以後48年に保護工が入られ、砂利採取禁止以後も紀の川全体としても河床低下していることからみても、その効果は十分に評価してよいと考えられる。竹房橋（表－2）では砂利採取禁止以後も河床は一樣に低下し、中央3脚には鋼矢板・コンクリート詰め、さらにブロックの乱積みをもしているが、57年出水で転倒・流失しており保護工としては必ずしも適切ではないと判断されるが、復旧工事では同様の工法がとられている。国鉄岩出鉄橋（表－3）では直上流の堰の存在による土砂収支のアンバランスが出水による急激な深掘れを持たらすため、46年以降、数回の根固めを行っているが、48年のそれに若干の効果が認められる程度で、堰の直下流という位置の特異性によって保護工の効果はほとんど認められない。岩出橋（表－4）では砂利採取時には慢性的な河床低下が見られたが、51年以降の中央の橋脚を中心とした横断方向に連続的な根固め工によってほとんど河床低下は止まったようであり、床固めの形式的効果が評価されてよいものと考えられる。

以上のように、各橋梁ごとに事情が異なり、一般的な議論を行なうためにも、今後より広い資料の収集とより深い検討を行っていきたいと考える。



表－1

表－2

	$Q(m^3/s)$	$\Delta Z_0(m)$	$\Delta Z_1(m)$	P1	P2	P3	P4
34	4443	-0.54	-0.20				
36	2811	0.01	0.75				
40	3726	1.26	-0.95				
47	4080	3.63	-0.99				
48		5.20		ブロック			
50	3214	4.11	-0.40				
54		4.20					ブロック鋼矢板
57	7800	3.55	-0.26	コンクリート		コンクリート	

	$Q(m^3/s)$	$\Delta Z_0(m)$	$\Delta Z_1(m)$	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
34	4443	0.29	0.17									
36	2811	0.57	0.19									
40	3726	2.17	1.40									
44		3.70				矢板	鋼矢板					
47	4080	2.36	-0.99									
48		3.70		ブロック乱積み					鋼矢板	鋼矢板	鋼矢板	
50	3214	2.37	0.20									
57	7800	6.60	0.78		ブロック撤去	流失	流失	撤去		鋼矢板		

	$Q(m^3/s)$	$\Delta Z_0(m)$	$\Delta Z_1(m)$	P3	P4	P5
34	6293	-0.68	0.25			
36	3982	-0.93	-0.03			
40	5278	0.57	1.66			
46		0.80		ふとん堀ブロック 蛇籠		
47	5779	2.37	1.20			
48		2.00		鋼矢板コンクリート		
50	4552	2.69	-0.36			
51		1.90		ブロック 蛇籠		
57	11048	5.50	2.60	コンクリート・マット 布袋詰コンクリート		
58						

表－3

	$Q(m^3/s)$	$\Delta Z_0(m)$	$\Delta Z_1(m)$	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
45		1.60				消波コンクリート・ブロック				
47	5779	2.30	0.28							
50	4552	2.60	-0.08							
51		2.60				三連ブロック	三連ブロック			
52		2.50		ブロックブロック 蛇籠	ブロックブロック 蛇籠	ブロックブロック 蛇籠	ブロックブロック 蛇籠	ブロック 蛇籠	ブロック 蛇籠	ブロック 蛇籠
54		2.50		三連ブロック コンクリート 矢板		三連ブロック コンクリート	三連ブロック コンクリート			矢板
57	11048	2.70	0.01							

表－4