

土 木 研 究 所 資 料

第 1 1 8 1 号

台風17号による橋梁の被害調査

昭和 51 年 12 月

建設省土木研究所

目 次

まえがき

1. 台風 17 号の概要.....	1
2. 岐阜県における被害例.....	2
2.1 概 要.....	2
2.2 睦橋の例.....	2
2.2.1 橋梁の諸元等.....	2
2.2.2 被害の状況.....	3
2.2.3 原因の推定.....	3
2.3 南武芸橋の例.....	4
2.3.1 橋梁の諸元等.....	4
2.3.2 被害の状況と原因.....	4
3. 三重県における被害例.....	6
3.1 概 要.....	6
3.2 大屋戸橋の例.....	6
3.2.1 橋梁諸元.....	6
3.2.2 被害状況及び原因.....	7
3.3 小戸木橋の例.....	8
3.3.1 橋梁諸元.....	8
3.3.2 被害状況及び原因.....	8
4. 兵庫県における被害例.....	9
4.1 概 要.....	9
4.2 城西橋の例.....	10
4.2.1 橋梁諸元.....	10
4.2.2 被害の状況.....	10
4.3 城下橋の例.....	10
4.3.1 橋梁諸元.....	10
4.3.2 被害の状況.....	10
4.4 馬橋の例.....	10
4.4.1 橋梁諸元.....	10
4.4.2 被害の状況.....	12
4.5 苔縄橋の例.....	12
4.5.1 橋梁諸元.....	12
4.5.2 被害の状況.....	12
5. ま と め.....	13

ま え が き

本年9月上旬に日本各地に被害をもたらした台風17号の記憶は、長良川の堤防決壊、兵庫県一宮町における大規模な山崩れ、小豆島における被害等、未だ脳裏に新しいものである。この17号台風は、日本に影響を及ぼし始めた9月8日から北海道沖で温帯低気圧となって衰えた9月14日までの間に、ほぼ日本全域に渡って多大の雨を降らせ、このための被害は千葉、新潟県を除く45都道府県に及んだ。従って、土木構造物の受けた被害も全国各地に渡っているのが特徴である。このうち、橋梁の被害も箇所にして約900件とかなりの数に昇っており、被災に伴う社会的影響も大きく、今後の対策を検討する上からもこれら被災橋梁の実態を早急に調査する必要があった。これを受けて、基礎研究室の職員3名がこの9月28日から10月2日までの5日間に渡って、中でも橋梁被害の大きかった岐阜、三重、兵庫3県内の被災橋梁の現地調査を行った。

当初、調査には基礎研究室の他、河川水理の調査として河川研究室からの人員も予定されていたが都合により基礎研究室だけの調査となった。調査は上記3県における被災橋梁の概要ヒアリング、被災を受けた永久橋の橋梁台帳・設計諸元等の収集、当該地区の雨量・流量等の資料収集、簡単な測定を含めた現場調査であり、これらの資料を基に被害の状況、被災原因等について調査したものである。なお、現場調査を行った橋梁は日程の都合もあって永久橋のうちでも橋長100m以上の長大橋を主とした。以下、その概要を報告するものである。

昭和51年12月

基礎研究室

岡 山 義 人

大志万 和 也

堀 部 正 文

1. 台風17号の概要

マリアナ諸島近海で発生した台風 17 号は9月8日より日本に影響を与えはじめ9日より鹿児島
の南西海上で足踏状態を続け 13 日未明長崎市附近に上陸の後、福岡市附近から日本海へと抜け14
日早朝函館の西450km のところで温帯低気圧になるまで、足かけ7日間にわたって日本に大きな被
害をもたらした。主な被害状況は次の通りである（昭和 51 年 9 月 14 日警察庁調べ）：

▽死者・行方不明 165 名 ▽負傷者 337 名 ▽家屋全半壊 2,738 戸 ▽家屋流失 92 戸
▽焼失 2 戸 ▽床上浸水 94,999 戸 ▽床下浸水 358,104 戸 ▽田畑の被害 88,975 ヘク
タール ▽道路損壊 2,992 ケ所 ▽ガケ崩れ 4,055 ケ所 ▽堤防決壊 636 ケ所 ▽鉄道被
害 134 ケ所

このような大被害を出した理由は台風そのものが非常に大きなものであった（9日現在で、中心
気圧920ミリバール、中心付近の最大風速55m、中心より半径200km以内は風速25m以上の暴
風雨）ためでもあるが、台風の前面のレーンバンド（降雨帯）が非常に広範囲に分布したためでもあった。
このため8日午前零時から14日午前6時までの総雨量は、徳島県木頭で2,000mm近くに達したの
をはじめ、中部地方から西の広い範囲で1,000mmを超えた。

このような中で道路橋も大きな被害を受けた。その県別被害箇所数を表-1.1に示す（昭和51
年10月15日建設省防災課調べ）。これによると兵庫県179橋をはじめ岐阜119橋、岡山81
橋と続き以下徳島、三重となり中部地方西部から近畿、中国、四国地方を中心に被害がでている。

表-1.1 橋梁被害件数（防災課調べ）

	県 箇 所 数	市町村管理 箇 所 数	計 箇 所 数		県 箇 所 数	市町村管理 箇 所 数	計 箇 所 数
北海道	1		1	和歌山	2	1	3
青森	3	3	3	鳥取	1	21	22
岩手		1	4	島根	2	6	8
宮城				岡山	3	78	81
秋田				広島	3	19	22
山形				山口	1	3	4
福島				徳島	44	33	77
茨城				香川	6	35	41
栃木	1		1	愛媛	7	34	41
群馬				高知	10	30	40
埼玉県	1	3	4	福岡	5	8	13
千葉県				佐賀	5	12	17
東京都				長崎	1	13	14
神奈川県				熊本		5	5
新潟				大分	2	34	36
富山	2		2	宮崎		8	8
石川				鹿児島	2	8	10
福井	10	5	15	沖縄			
山梨	6	6	12	琉球			
長野	9	7	16	横濱			
岐阜	28	91	119	名古屋	1		1
静岡	1	4	5	京都	2		2
愛知	6	12	18	大阪			
三重	14	28	42	神戸			
滋賀	2	5	7	北九州			
京都	4	12	16	福岡	2		2
大分							
兵庫県	26	153	179	合 計	216	681	897
奈良	4	4	8				

2. 岐阜県における被害例

2.1 概 要

岐阜県は9月12日の同県安八町における長良川堤防の決壊にも見られるように長良水系を中心に1,000 mm以上の降雨があった。このため、橋梁も県管理のもので27橋、市町村管理のもので91橋、計118橋、被害推定額約8億円に達している(表-2.1)。このうち、洪水による流失橋は県道以上の道路で5橋あり、何れも木橋である。又、永久橋の橋長100m以上のものの被災は以下に述べるように陸橋(むつみばし)、南武芸橋(みなみむげいばし)の2橋であるが、これらの橋梁は今回調査した3県の中では最も新しい部類に入るものであり(2橋とも昭和35~36年度に架設された)、この点からも今後の橋梁基礎の計画設計に当って貴重な情報を提供してくれた橋梁であった。

表-2.1 岐阜県事務所別橋梁被害状況

所 別	区 分	県 工 事	市町村工事	計
岐 阜		8	35	43
大 垣			1	1
掛 斐		2	4	6
美 濃		7	25	32
八 幡		4	19	23
加 茂		1	3	4
多 治 見		1		1
恵 那			2	2
萩 原				
高 山			1	1
古 川		4	1	5
計		27	91	118

2.2 陸 橋 の 例

2.2.1 橋梁の諸元等

本橋は美濃市の板取川(長良川の支川)に架る一般県道上野・大矢田線の橋梁であり、巾員6 m、橋長148.4 mの単純ポストテンション桁(1スパン24.7 mの6径間)で昭和35年度に施工されている。規格は2等橋である。下部構造は、アバット、ピアとも壁式であり、基礎は左岸側のアバットとピア1基のみが短いくい(くい長2.5 m程度、くい種は不明である)であり、他のピア4基は長さ4 mのウェル、右岸アバットは直接基礎である。又、何れの基礎もその先端位置(くい先端、ウェル底面、直接基礎底面)はほぼレベルである。地盤はボーリング資料が無いため不明であるが、恐らく河床表面に見られる砂礫(ほとんど礫質土である)がそのまま基礎先端まで続いていると考えられる。

2.2.2 被害の状況

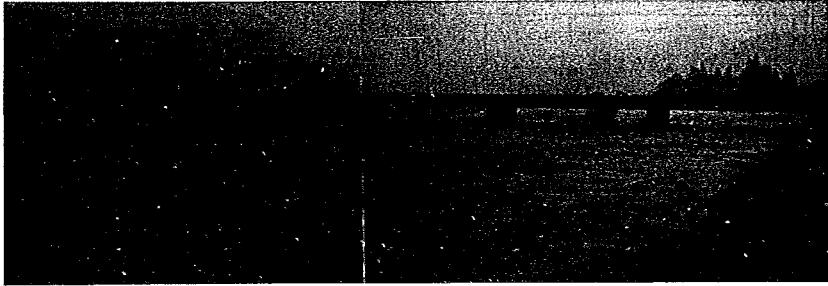


写真-2.1 睦橋出水時の状態（上流側より）

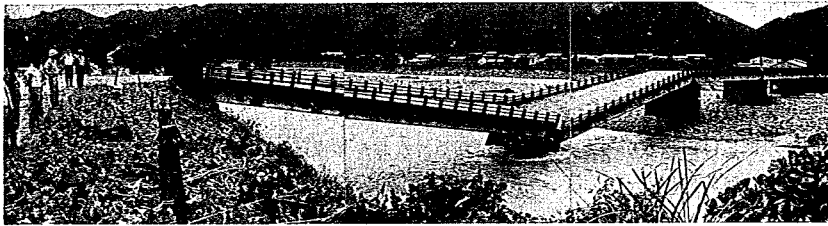


写真-2.2 睦橋の被害状況

9月9日～10日にかけての出水により写真-2.1に見られるように左岸よりのピアが沈下し始め、その後の減水と共に、このピアの沈下および傾斜は増大し、最終的に写真-2.2の状態に止まった。

被害状況は次のとおりである。左岸よりの橋脚1基が写真で見られるとおり、上流側で2m以上、下流側で1.5mの沈下を生じており、かつ流心方向へ傾いている。この結果、写真では良く判明しないが、上部工の桁端部が破損している他、橋脚が橋軸直角方向に傾斜したため橋面にかなりのクラックを生じており、この橋脚に架る2連の桁は何れも再使用には耐えない状況にある。この他、左岸橋台のパラベットと躯体の境目は上部構から押されたため大きな亀裂を生じている（写真-2.3参照）。



写真-2.3 睦橋左岸橋台の破損

2.2.3 原因の推定

図-2.1は被害を生じた橋脚P-1附近の河床変動を示したものである。これからも判るように

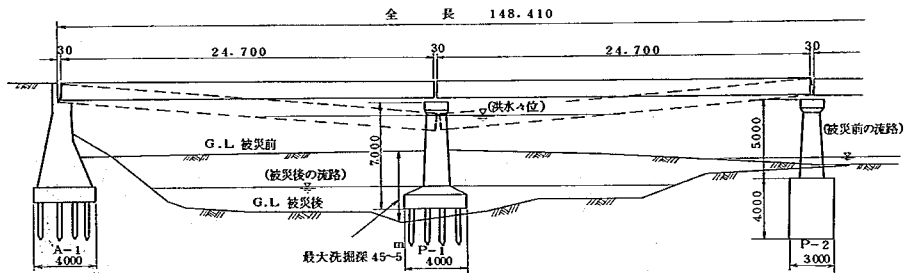


図-2.1 陸橋被災前後の河床変動

被災前の流路は河川中央部附近にあって、P-1の基礎は十分な土被りを有していた。ところが洪水時の流勢は左岸寄りに強かったらしく、洪水後は図中の被災後G・Lまで河床が低下しており、現在では左岸側が流路となっている。従って、P-1附近では4～5m程洗掘されたわけであり、このため完全にP-1フーチング下面は洗い出され、くい/support力不足のためP-1が沈下傾斜したと思われる。もともと、このP-1基礎は直接基礎で設計されていたようであり（橋梁台帳では直接基礎となっている）、施工時に木ぐい、ないしは、R・Cぐいを打ったものと考えられるが（施工図面には図-2.1で示すようなくいが入っていた）、礫質土という点から考えて完全なくい基礎の施工は出来なかったものと思われる。なお、本橋附近における最大水位はほぼH.W.L位置であり、河床勾配は1/155、粗度係数を0.03として、マンニング公式により、流速、流量を計算してみると $V \div 5\text{m/sec}$ 、 $Q \div 2,900\text{m}^3/\text{sec}$ 程度となった。

2.3 南武芸橋の例

2.3.1 橋梁の諸元等

本橋は美濃市に隣接する武芸川町の一般県道美濃高富線にある橋梁であり、河川名は同じく長良川の支川である武儀川である。上部構造は、巾員5.5m、橋長145.8mの単純ポストテンション桁（桁長29.1mの5径間）の2等橋である。下部構造は、右岸橋台と右岸寄りの橋脚1基の計2基がウェル、その他（左岸橋台と橋脚3基）は直接基礎である。地盤は陸橋と同様礫質土と思われる。架設年次は昭和36年である。

2.3.2 被害の状況と原因

本橋における被害は、陸橋の例と同様、当初かなり基礎の土被りがあったと思われる左岸寄りの橋脚P-1が洗掘され、写真-2.4および図-2.2に示すように上流側へ傾斜した他、写真-2.5のように左岸橋台の上流側裏込めが洗掘された。上部構造の被害は支承部に一部クラックが入って破損している他はほとんど無傷である。

この橋梁は図-2.3に示すように設計時点では6m程度の基礎土被りを有していたものが今回の洪水により洗掘されて橋脚が傾斜したものであるが、図のように洪水のたびごとの河床変動状況は基礎設計上、非常に重要な意味を持っている。同図中のP-2、P-3は昨年の洪水で橋脚が若干沈下傾斜したため、修正後、基礎を拡巾補強し（周囲にHぐいを打った）かつP-2、P-3の周囲

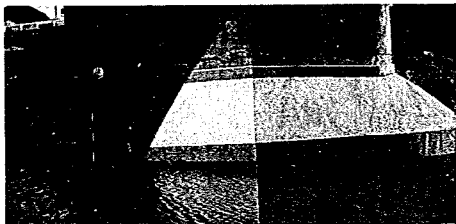


写真-2.4 南部芸橋の橋脚P-1の傾斜状況

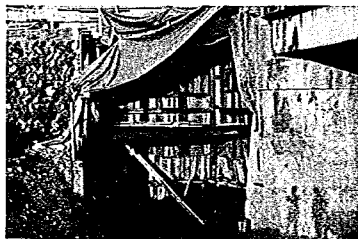


写真-2.5 南武芸橋左岸橋台の裏込めの崩壊

には十分ブロックによる護床工が設置されていた。
このため、今回の洪水ではP-2, P-3には異常がなかったが、逆に護床工の盛り上りのために洪水時の水勢がP-1に集中したとも考えられる。
いずれにしても本例のように単断面河川においては基礎の根入れ深さを現状（設計時）に合せて調整するのではなく、将来の河床低下をも考慮して設計すべきことを教えてくれた例であった。

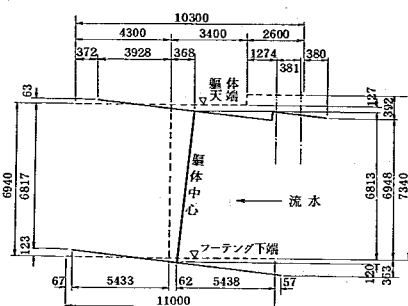


図-2.2 橋脚P-1の沈下、傾斜

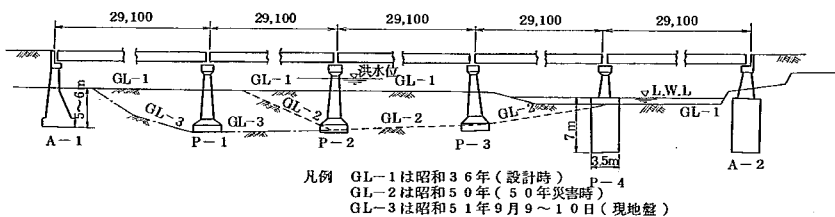


図-2.3 南武芸橋の河床変動図

3. 三重県における被害例

3.1 概 要

三重県においても台風 17 号をとりまく強い降雨帯により、台風の中心から離れていたにもかかわらず、長雨と断続的な豪雨となり、県内各地とも歴史的な降雨量となった。また、その降雨量分布は、県内各地ともほぼ平均しており、いずれの雨量観測所も 8 日午前 6 時より、13 日 23 時までの雨量でほぼ 400mm 以上となっており一部に 1,000mm を越えた所もある。このため、県内の橋梁被害は 42 橋にのぼり、その被害分布は図-3.1 に示すように全県にわたっている。被害は橋台と堤防の取付け部が流水のため破損した例がもっとも多く、次いで橋脚の沈下となっており、42 橋全てが被災後通行止めとなった（車輦のみまたは人・車輦共）。このうち、県管理分の橋梁（14 橋被災）については、永久橋 13 橋、木橋 1 橋となっている。後述する小戸木橋は、6,734 台/12 時間の交通量があり被災橋梁の内でもっとも重要な橋であった。

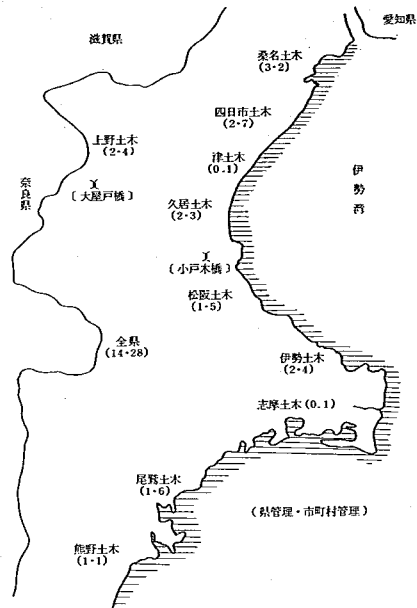


図-3.1 三重県内橋梁被害件数

3.2 大屋戸橋の例

3.2.1 橋梁諸元

大屋戸橋は名張市大屋戸の名張川（淀川水系）にかかる二等橋で昭和 10 年に完成している。橋長は 135.1m 車道巾員は 4.5m である。径間割は 9 径間で上部構造は RC 構造 T 型 3 径間連続梁が 3 連あり、下部構造は直接基礎で、地盤は表層が玉石 混り 土砂で基礎は土丹層である。大屋戸橋の一般図を図-3.2 に示す。

この橋は主要地方道名張奈良線にあり、交通量は 1,246 台/12 時間とそれほど多くはないが、迂回路は上流約 4km と非常に遠い。また、名張市は近年大阪圏内のベッドタウンとして非常に発展してきており、人口増加に伴ない交通量も増し、しかも本橋には水道幹線が懸架されており、その重要度は非常に大である。

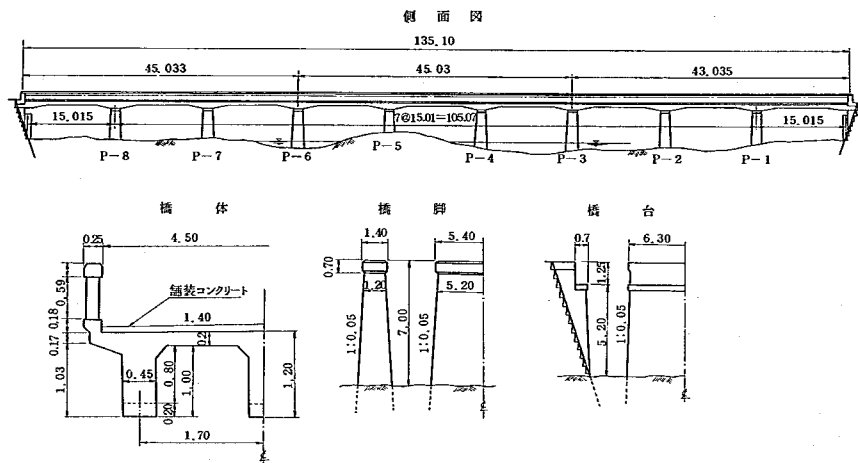


図-3.2 大屋戸橋一般図

3.2.2 被害状況及び原因

名張川流域は8日午後1時より強い雨が降り出し9日早朝までで約200mmの降雨量となった。この間の時間最大雨量は24.5mmであった。この為、名張川の水位も8日午後より上昇しはじめ、9日午前4時より警戒水位を突破し、2時間程度この状態が続いたが、雨の勢いも次第におさまり、その後水位もそれにつれて低下していった。この間に、P-3, 4. (図-3.2 参照) が洗掘沈下をおこし通行不能となった(写真-3.1)。P-3の沈下は9月10日現在で66mmでP-4は396mmであった。その後水位が更に低下するにつれて、沈下が進行し9月17日再測定の結果P-3は256mm, P-4は529mmとなっていた。本橋は連続橋であるため、橋脚の沈下による被害は6径間にわたり床版及び高欄に無数のクラックが発生し、桁にも数ヶ所クラックが発生している。原因としては、橋脚設置後41年経過しこの間、河床底下が著しく、基礎の根入れが極端に減少していたことがまず第1に上げられよう。第2に、基層(土丹層)に十分根入れされていなかった恐れが強い。

本橋の場合4年前の災害でやはりP-7, 8が洗掘沈下したことも併せて考えると今回の洗掘沈下は起こるべくしておこったとも考えられる。

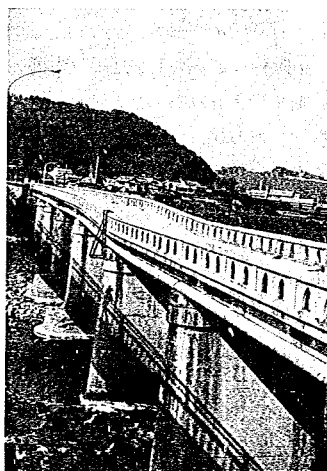


写真-3.1 大屋戸橋の被害状況

3.3 小戸木橋の例

3.3.1 橋梁諸元

小戸木橋は久居市立会の雲出川にかかる橋梁で昭和7年に完成している。橋長は234.7m、車道巾員は5.5mである、径間割は18.05mの単純鋼製桁が11径間、18.075mの単純桁が2径間で計13径間であり、下部構造はウェルのラーメン形式であり、設計上は7m根入れされているようになっている。基礎地盤は表層より砂礫層である。

本橋は主要地方道・久居・家城・榛原線にあり、交通量は6,734台/12時間とかなり多く、重要なバス路線でもある。

3.3.2 被害状況及び原因

雲出川流域も9月8日午前6時より雨が降り出し9月13日夜半まで降り続きこの間最大24時間雨量は、9月8日16時より9月9日16時までの262mmであり、最大時間雨量は12日13時より14時までの78mmを記録、結局連続雨量は677.5mmと当地方にとっては歴史的な降雨を記録した。この為、9月9日と12日には警戒水位を突破する洪水となった。この為、小戸木橋の橋脚が洗掘沈下し通行止めとなった(写真-3.2)。

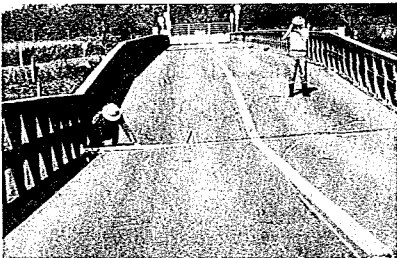


写真-3.2 沈下した小戸木橋

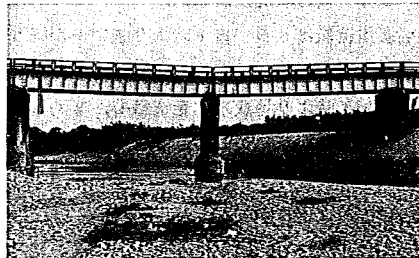


写真-3.3 沈下した小戸木橋と崩れた護岸

原因として考えられるのは、まず第1に、本橋の上流約100mの位置に農業用水の為の固定堰があったのであるが、これが、17号台風の前に降った秋雨前線による雨の為9月5日頃一部崩壊し、河道が大巾に変化したことが上げられる。もちろん、他の被災した橋梁と同じように、それ以前より河道低下が著しく、橋脚の根入れが減少していたことも大きな原因であろう。この洗掘された橋脚付近の護岸は連結ブロックの下に吸出し防止用のシートがあったにもかかわらず橋脚前後の堤防の土が吸出され、無残に崩壊しているのを見ると(写真-3.3)、この洗掘された橋脚付近の流水が、この付近で急激に変化して流速も非常に速かったと想像できる。

このように、橋梁の上流で堰など工作物を設置することにより橋梁に与える危険度は非常に高いと思われる。

4. 兵庫県における被害例

4.1 概 要

台風17号による兵庫県の大雨は、9月8日昼頃から降り始め、13日までの6日間に、飾磨郡家島町で1,034mm、相生市で939mmなど記録的な雨量を記録し、その他の地域でも軒並み600mmを超えた。図-4.1に9月8日から13日までの兵庫県内における連続の等雨量線図を示す。

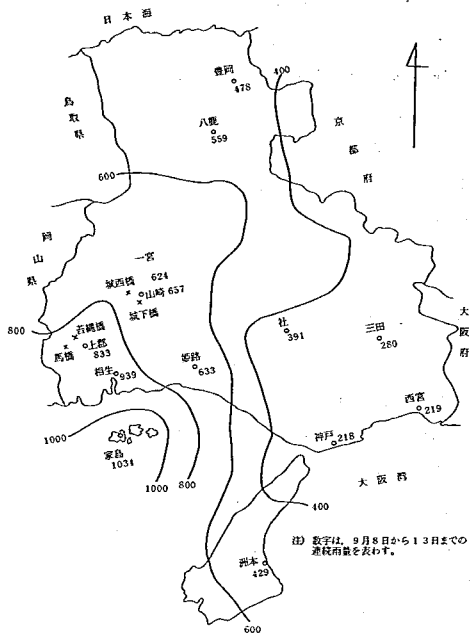
この台風17号によって県内各地では、橋梁の流失、河川の決壊、がけ崩れ、山津波などが発生し、死者、行方不明者19人、重軽傷者39人を記録するなど大被害を受けた(9月22日17時現在)。

このうち橋梁の被害は、県管理のものが26橋、市町管理のものが153橋合計179橋である(10月15日防災課調べ)。9月22日現在の事務所別の被害状況を表-4.1に示す。

表-4.1 兵庫県事務所別橋梁被害状況

所別	区分	県 工 事	市町工事	計
神 戸				
西 宮				
三 田		1	7	8
加 古 川		1	1	2
社			12	12
姫 路		4	21	25
竜 野		7	32	39
上 郡		7	51	58
八 鹿		1	5	6
豊 岡		1	6	7
柏 原		1	3	4
洲 本		1	8	9
浜 坂		1		1
尼 崎 港				
姫 路 港				
計		25	146	171

(9月22日15時現在)



(注) 数字は、9月8日から13日までの連続雨量を示す。

図-4.1 等雨量線図

市町管理の被災橋梁153橋のうち、142橋(全橋の資料がないため)について被災状況をみると、全橋流失又は落橋したものが75橋とほぼ半数に達し、その他は一部が流失したもの、橋台・橋脚が洗掘され沈下、傾斜、移動したものがほとんどである。また、橋種別、橋長と別、巾員別の簡単な被災状況を図-4.2に示した。この図からわかるように、被災橋梁のほとんどは木橋で、橋長20m以下、巾員3m以下の小さな橋梁である。

被害を受けた永久橋のうち、城西橋、城下橋、馬橋、苔縄橋の4橋について現地調査を行なったので、それぞれについて以下に述べる。

4.2 城西橋の例

4.2.1 橋梁諸元

城西橋は町道広沢中比地線の橋で、揖保川支川菅野川にかかり、昭和11年架設、橋長30.0m、巾員3.1m、3連の鉄筋コンクリートT桁橋である。なお、橋台、橋脚の基礎形式は直接基礎である。

4.2.2 被害の状況

被災後の状況を写真-4.1に示す。この付近での8日から13日までの連続雨量は657mmを記録、この豪雨による洪水流によって左岸側橋台が洗掘されて傾斜し、橋台背面がけずられ、橋脚も洗掘されて沈下、傾斜したため、桁が次々に落ちたものと思われる。

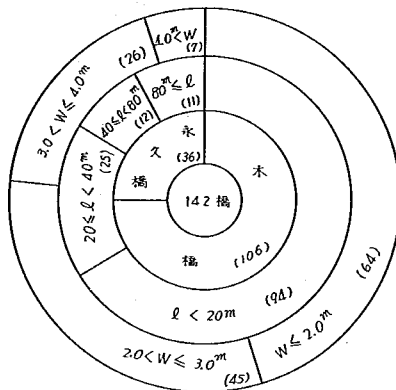


図-4.2 橋種、橋長、幅員別の被災状況

4.3 城下橋の例

4.3.1 橋梁諸元

城下橋は主要地方道山崎新宮線、実粟郡山崎町大字御名千本屋に位置し、揖保川支川菅野川にかかる橋であり、大正15年架設、橋長17.1m、巾員7.2m、2連の鉄筋混凝土単桁橋である。なお、支持地盤は砂利層であり、基礎形式は直接基礎である。

4.3.2 被害の状況

被災後の状況を示したのが写真-4.2である。この橋の被害は、写真のように橋脚の上流側が洗掘されて、施工継目と思われる部分から二つに割れ、上流側が沈下、傾斜したため落橋したもので、写真は桁を撤去した後に撮ったものである。

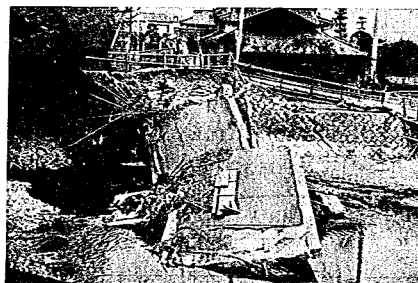


写真-4.1 城西橋の被災状況

4.4 馬橋の例

4.4.1 橋梁諸元

馬橋は主要地方道赤穂建部線の橋で、千種川支川安室川にかかり、昭和5年架設、橋長38.8m、巾員5.0m、5連の鉄筋コンクリートT桁橋である。橋台、橋脚の基礎形式はいずれも直接基礎である。

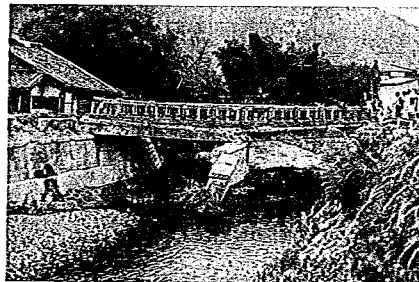


写真-4.2 城下橋の被災状況

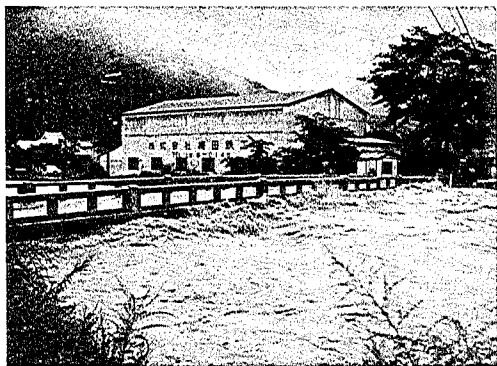


写真-4.3 馬橋の落橋寸前

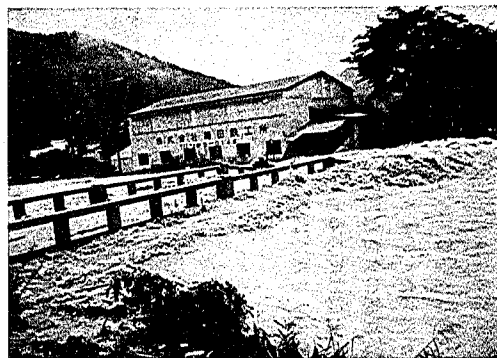


写真-4.4 馬橋の落橋の瞬間

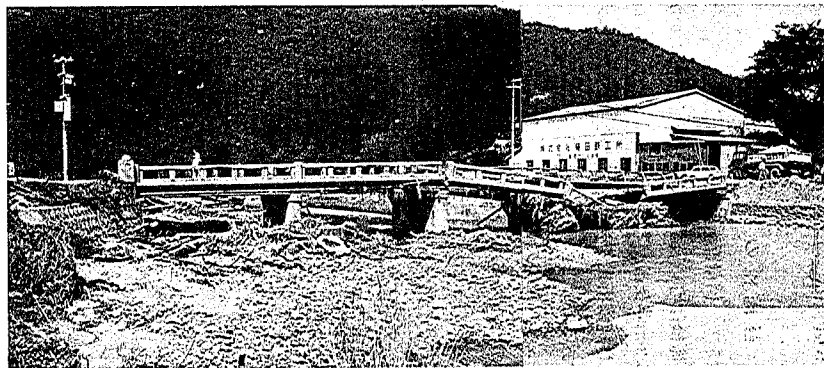


写真-4.5 落橋して水が引いた状態

4.4.2 被害の状況

流失前から流失後までの状況を写真-4.3～5に示す。写真-4.4は水位が上がって橋が完全に冠水し、落橋した瞬間を撮ったものである。この付近での8日から13日までの雨量は833mmに達し、特に11日の日降雨量は287mmという記録的な数字を記録している。この橋も、右岸側の橋脚が洪水流によって洗掘され、傾斜したために床版が落ちたものである。特に、この橋の場合は橋の上流20m程度の所に固定堰が設けてあり、これが洗掘の大きな原因になっているものと思われる。この他にも、被災を受けた橋梁のうち上流側に堰を設けてあるものがいくつかあり、橋梁の上流側近くにこのような堰などをつくることは局所洗掘の大きな原因となっているようである。

4.5 苔縄橋の例

4.5.1 橋梁諸元

苔縄橋は町道苔縄線の橋で、千種川にかかり、昭和38年架設、橋長111.0m、巾員3.5m、5連の単純鋼桁橋である。これも基礎形式は直接基礎である。

4.5.2 被害の状況

この橋の被害は、橋脚1基が洗掘されて傾斜し、路面上で約40cm上流側に移動したもので、写真-4.6にその状況を示す。昭和38年の架設であるが、その後災害を受け復旧工事を行っており、今回被害を受けた橋脚の左岸側隣の橋脚は、10

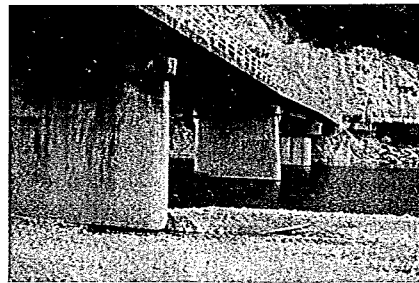


写真-4.6 苔縄橋の被害状況

m四方程度に矢板を打込んで強固に根固めを施してあるため今回は洗掘を受けなかったようである。

5. ま と め

今回実施した調査は、調査期間の関係でごく少数の被害例に留まってしまったが、上述した被害例は全て洪水時における基礎洗掘に原因があったと思われる。橋脚周辺の局所洗掘に与える外的要因としては、水深、河床勾配、流速、河床の構成材料の性質、および、橋脚自身の形状、寸法、流れに対する方向などの他、河道の平面線形、橋脚前後の局所的な河床の起伏、近隣水理構造物等の影響が考えられる。今回の被害例についても

- (イ) ほとんど山間部の橋梁である。
- (ロ) 被害状況は下部構造が上流側へ傾斜している。
- (ハ) 被害を受けた基礎形式は直接基礎ないしは非常に短い、ケーソンである。
- (ニ) 被災橋梁のごく近く（上流側）に固定堰が設置されている例が2、3あった。

にまとめられるが、これらは何れも洗掘の外的要因（イ、ニ）ないしは洗掘の性状（ロ）、および洗掘に弱い基礎形式（ハ）を端的に表わしている。

今回の調査は、今後の橋梁基礎の計画・設計に当たっての幾つかの問題点を提起してくれたことから収穫の大きいものであった。すなわち、山間部など比較的河床勾配の急な地点においては将来の河床低下および最大洗掘深を十分検討した上で設計すべきことや、固定堰などの近くで橋梁を計画する場合は特に洗掘対策を考慮すべきなどの点である。勿論、最大洗掘深の定量的な推定など現在の技術レベルでは未だ十分解明されていない点も多いが、架橋地点附近や類似の地域を十分踏査して河床の変動形態や既設構造物の洗掘の度合を調査して設計に反映させる努力はもっと行なう必要があろう。又、橋梁基礎に対する洗掘対策としては、護床工などの対策の他、浅い基礎の場合（直接基礎）などは基礎周辺に鋼矢板を施しておくとか、Hぐいなどを併用して、たとえ基礎底面が洗い出されても死荷重のみは支持せうるなどの設計上の対策も十分考えられる。

おわりに、今回の調査に当たって色々と御配慮頂いた、道路局地方道課の林係長ならびに岐阜、三重、兵庫の各土木部道路建設課、道路維持課および関係土木事務所の皆様にお礼申し上げます。