

# 兵庫県南部地震による表六甲河川の河川構造物被害に関するデータベース構築とその分析

神田 徹<sup>1</sup>・北野 陽一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 工博 神戸大学教授 工学部建設学科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

<sup>2</sup>正会員 学士(工) 大阪市水道局 (〒530-8501 大阪市北区南扇町6-28)

兵庫県南部地震による表六甲河川の河川構造物被害についてデータベースを構築し、それをもとに主に護岸被害の分析を行った。まず、表六甲河川の基本属性および河川構造物の被災箇所に関するデータベースを作成し、被災箇所の属性情報と位置情報、写真情報をリンクさせてその利便性を高めた。つぎに、護岸の被害に関して、護岸構造(石積、ブロック積、コンクリート)と被災延長・被災率・被災形態との関係や、被災形態と被災箇所数・被災延長との関係などを分析した。激しい被災形態である護岸崩壊は、震度7の地域に集中して発生していることが確認できた。被災地の復旧・復興が進むなかで、震災の経験を踏まえて、表六甲河川では都市域における河川の防災・環境面の役割を考慮した整備が行われている。

**Key Words :** Hyogo-ken Nanbu Earthquake, earthquake disaster, damage to river structure, damage to revetment, database

## 1. 概説

兵庫県南部地震(1995年1月17日)は河川構造物にも多大の被害をもたらした。震災直後から関係諸機関をあげて復旧事業が実施され、現在は各河川構造物の機能は従前に復し、さらに震災の教訓を生かした河川整備が進められている。この間、未曾有の災害の実態を記録にとどめ、その被災原因を究明するために、学・官・民による震災調査・研究が行われた。河川構造物被害に関してまとめられた代表的な調査報告としては、土木学会<sup>1),2)</sup>、建設省土木研究所<sup>3)</sup>、兵庫県<sup>4)</sup>、神戸大学<sup>5),6)</sup>等がある。これらの報告では、淀川・神崎川・猪名川・武庫川等、大・中規模の河川を中心に被害の分析が行われており、本文で対象としている表六甲地域の小規模な諸河川については定量的分析は少なく、代表的な被害事象をもとに考察を加えたものが殆どである。

建設省、兵庫県、大阪府管理の河川構造物のうち堤防・護岸の被害については、被災箇所、復旧工事費は表-1(土木学会 阪神・淡路大震災調査報告<sup>1)</sup>)の通りである。この表から、淀川水系諸河川の総被害額に対応する復旧工事費総額は甚大で、一箇所当りの被害額、すなわち各箇所の被害規模も大きいことがわかる。これに対して、表六甲地域の諸河川(以

表-1 堤防・護岸の被害(文献1)より)

水系名	河川名	堤防・護岸		
		箇所数 (箇所)	被害延長 (m)	復旧工事費 (百万円)
建設省直轄河川				
淀川	淀川	17	6490	30156.4
	神崎川	1	30	26.9
	猪名川	3	610	656.3
	瀬川	5	680	864.1
加古川	加古川	3	1180	229.6
由良川	由良川	1	200	162.7
(小計)		30	9190	32096.0
兵庫県管理河川				
淀川	神崎川等	23	7382	13573.0
武庫川	武庫川等	86	16317	4091.0
表六甲	住吉川等	120	18173	11000.0
明石川	明石川等	12	1208	203.0
赤根川	赤根川	1	25	5.0
加古川	山田川等	3	93	18.0
淡路島	郡家川等	16	999	152.0
(小計)		261	44197	29042.0
大阪府管理河川				
淀川	神崎川等	27	8847	5724.0
大和川	落堀川	1	36	5.7
(小計)		28	8883	5729.7
合計		319	62270	66867.7

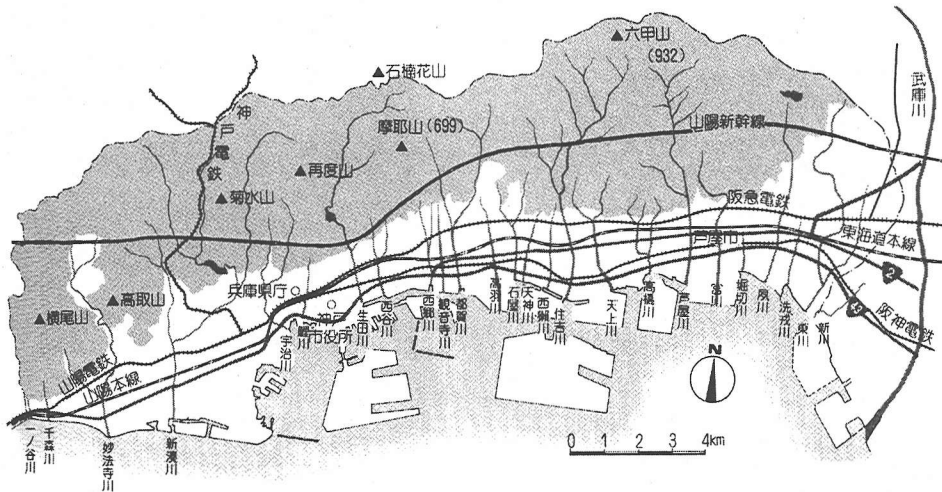


図-1 表六甲河川流域図

後、表六甲河川)は復旧工事費総額、あるいは総被害額は決して少なくないが、河川数・被災箇所が多いので一箇所当りの被害額は小さい。つまり、各箇所の被害規模が、淀川の堤防等に比べるとかなり軽微であるといえる。このような比較的軽微な被害規模と、その反面では被災箇所数の多さの故に、表六甲河川については被害特性の詳細が報告されていないと考えられる。しかしながら、これらの河川はいずれも人口稠密な阪神地域を流れる典型的な都市河川であり、大きな災害ポテンシャルを抱えていることから、その被害特性を可能な限り定量的に調査分析し、記録に残しておくことが、今後の河川整備、特に都市中小河川の改修のために重要であると考えられる。この観点より、筆者らは震災から4年間(1995～1998年)、表六甲河川の現地調査および河川構造物の被害・復旧に関するデータベース構築を行い、その分析結果をまとめたのでここに報告する。

## 2. 表六甲河川の概要

表六甲河川とは、六甲山地を水源とし、東西30km、南北6kmの急峻な南斜面を流下して大阪湾へ注ぐ24水系〔東川、洗戎川、夙川、堀切川、宮川、芦屋川、高橋川、天上川、住吉川、西郷川、西谷川、生田川、鯉川、宇治川、新湊川、妙法寺川、千森川、一ノ谷川(斜字体は暗渠河川)]の総称であり、総流域面積は135km<sup>2</sup>、主流路総延長は66.34kmである(図-1)。いずれの河川も山麓から河口に至るまで、(兵庫県)神戸市、芦屋市、西宮市の住宅密集地を縫うように流れており、西部の河川は暗渠河川とな

っている区間が多い。殆どの河川は単断面構造の掘込河川で、東川、夙川、芦屋川、住吉川、西郷川、妙法寺川が例外的に複断面構造である。河道幅は広いものでも芦屋川などの30m程度であり、両岸に家屋が連担する一部の河川では1m程度の箇所もある。また、各河川の延長は短く、急勾配であるため、豪雨のたびに六甲山系の風化花崗岩(マサ土)からなる土砂が大量に流出して河床上昇を繰り返した結果、天井川を呈する河川もある。

表六甲河川の主要な河川(芦屋川、住吉川、新湊川など)は、昭和13年の阪神大水害を契機として本格的な治水事業が始められた。その後も幾度か水害は発生し、特に昭和42年の豪雨(阪神大水害に匹敵する豪雨)により溢水氾濫・崖崩れ・山崩れ災害が生じたため、残りの表六甲河川(天神川、高橋川、妙法寺川など)も順次改修が進められてきた(参考文献1)のp.383)。これらの改修では洪水・土砂災害の防止を主目的として堤防・護岸の設計がなされており、したがって流体力に対する安全確保が無論、第一義であって、感潮部の特殊堤、高規格堤防等を除けば堤防・護岸の設計は一般に地震力を考慮に入れていない。従来、このような考え方で設計・施工されてきた河川構造物が兵庫県南部地震において初めて激しい地震外力に遭遇したのであり、その被害は水害時とは異なる性状を示すことは間違いないであろう。

## 3. データベースの構築

### (1) 河川構造物被害の資料収集

兵庫県南部地震による河川構造物被害のデータベース作成にあたっては、まず表六甲河川の被害を統

計処理が行える程度にまで網羅的に調査した資料を得る必要がある。そこで本研究では、兵庫県が作成した災害復旧工事設計書を基礎資料として用いた。この資料はその名の通り本来、復旧工事のために作成されたものであるが、平面図や、被災箇所を測量中の写真が含まれているなど、被災箇所・被害状況の地理的情報や視覚的情報は豊富であり、河川構造物被害の資料として利用価値の高いものと判断できたので本研究に用いることにした。

一方、筆者らは震災直後(1995年1月)から表六甲河川を中心に現地調査を続け、河川構造物の被害状況について写真撮影・測量等を行い、被災箇所の資料とした。震災後、河川構造物の復旧が順次進められたので、1997年からは河川構造物の復旧状況を確認し、併せて被害のなかった区間の状況も把握するための現地調査を行った。1997年10月～1998年1月の調査では、復旧状況の確認に重点を置いて復旧工事設計書の工事箇所の位置を予め住宅地図に記入し、それを参照しながら各河川ごとに河口から上流へと遡って調査を進めた。主な調査項目は、被災箇所の確認、復旧状況の写真撮影、護岸構造の確認等である。1998年10月～1998年12月の調査では、対象河川の全区間の状況把握に重点を置いて、護岸構造の確認、後背地の状況の確認、写真撮影等を行った。なお、調査を行った河川上流端は兵庫県の管理区間を参考に決定した。

調査対象の水系・河川は表-2の通りであり(新川は表六甲河川に属さないが、隣接する同程度規模の河川であるので、本調査研究の対象河川に加えた)、暗渠部分は対象外とし、開渠部分について調査を行った。被災箇所については、復旧工実施区間をもって被害があった区間と見なすことにした。

## (2) データベース

前述の災害復旧工事設計書と現地調査から、主として2種類のデータベースを作成した。一つは現地調査から作成したデータベースで、調査対象の全区間にわたって表六甲河川の基本属性についてまとめたものである。他の一つは災害復旧工事設計書と現地調査から作成したデータベースで、河川構造物の被災箇所の属性をまとめたものである。以下に、これら2種類のデータベースについて説明する。

### a) 表六甲河川の基本属性のデータベース

本研究では河川構造物の被害分析を多面的に行うために、被害がなかった区間も含めた調査対象の全区間にわたる表六甲河川の基本属性についてデータベースを作成した。データベースを構成するデータの一つの要素(「要素区間」と呼ぶことにする)は、

表-2 対象河川

水系名	河川名
新川水系	新川
東川水系	東川, 津門川
洗戎川水系	洗戎川
夙川水系	夙川
堀切川水系	堀切川
宮川水系	宮川
芦屋川水系	芦屋川
高橋川水系	高橋川, 要玄寺川
天上川水系	天上川, 西天上川
住吉川水系	住吉川
天神川水系	天神川
石屋川水系	石屋川, 新田川
高羽川水系	高羽川
都賀川水系	都賀川, 杣谷川
観音寺川水系	観音寺川
西郷川水系	西郷川
生田川水系	生田川, 狐川
宇治川水系	宇治川
新湊川水系	新湊川, 荻藻川, 石井川
妙法寺川水系	妙法寺川, 天井川
一ノ谷川水系	一ノ谷川

橋梁などの河川横断物、あるいは護岸構造や後背地の変わり目ごとに区切って定義することにした。このように定義した結果、要素区間の数は全体で2418となった。

各要素区間の属性に関する項目は以下の通りである。

- ・IDナンバー: 当該要素区間に割り当てた記号(例: BL12 最初のBは区間区分(後述の5(4)参照), Lは左岸を表す)
- ・河川名: 当該要素区間を含む河川の名称
- ・左岸 or 右岸: 左岸・右岸の区別
- ・構造物: 当該要素区間の河川構造物(護岸, 高水護岸, 低水護岸の3種類)
- ・構造: 当該要素区間の河川構造物の構造形式が複数の構造からなる箇所では、それらの区別を行い、(上), (下), (中)の項目を入力
- ・(上), (下), (中): 2種類の構造からなる箇所は(上), (下)の項目に、3種類の構造からなる箇所は(上), (下), (中)の項目に構造形式を入力
- ・構造系: 当該要素区間の構造を石積系, ブロック積系, コンクリート系, その他(土堤, 玉石張, アスファルトなど), に分類
- ・後背地種: 当該要素区間の後背地の状況を、道路系, 建物系, 更地系(更地, 公園, 駐車場, 駐輪場, グラウンド等), その他, に分類
- ・震度7: 当該要素区間の震度が7である場合は1, 震度が6以下である場合は0を入力
- ・要素区間長: 当該要素区間の長さ(m)
- ・現況写真ファイル: 当該要素区間の現況写真が入っているファイル名
- ・現況写真撮影日: 当該要素区間の現況写真撮影日

表-3 表六甲河川の基本属性のデータベース

ID No	河川名	左岸or右岸	構造物	被災前の構造	(上)	(下)	(中)	構造系	後背地種(被災前)	後背地種(被災後)	震度7	震害区間長(m)
AL1H	新川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	夏地系	夏地系	0	8.8
AL1L	新川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	夏地系	夏地系	0	8.9
AL2H	新川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	39.8
AL2L	新川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	39.8
AL3H	新川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.9
AL3L	新川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.9
AL4H	新川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.8
AL4L	新川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.8
AL5H	新川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	9.5
AL5L	新川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	9.5
BL6H	新川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	9.0
BL6L	新川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	9.0
BL7	新川	左岸	護岸				ブロック積	コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	1.1
CL8	新川	左岸	護岸		コンクリートパラベット	コンクリート		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	1.1
CL9	新川	左岸	護岸		コンクリートパラベット	コンクリート		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	4.2
CL10	新川	左岸	護岸		コンクリートパラベット	コンクリート		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	19.4
AR1	新川	右岸	護岸		鋼板			その他	その他	その他	0	1.8
AR2H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	8.8
AR2L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	8.8
AR3H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	夏地系	夏地系	0	10.2
AR3L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	夏地系	夏地系	0	10.2
AR4H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	27.0
AR4L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	27.0
AR5H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.8
AR5L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.8
AR6H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.5
AR6L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	12.5
AR7H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	8.5
AR7L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	8.5
BR8H	新川	右岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	8.0
BR8L	新川	右岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	8.0
BR9	新川	右岸	護岸		コンクリートパラベット	鋼矢板	ブロック積	コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	1.1
CR10	新川	右岸	護岸		コンクリートパラベット	コンクリート		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	1.1
CR11	新川	右岸	護岸		コンクリートパラベット	コンクリート		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	4.2
CR12	新川	右岸	護岸		コンクリートパラベット	コンクリート		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	10.5
AL1H	東川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット			ブロック積	ブロック積系	夏地系	夏地系	0	2.3
AL1L	東川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	夏地系	夏地系	0	2.3
AL2H	東川	左岸	高水護岸	コンクリートパラベット				コンクリート系	夏地系	夏地系	0	5.6
AL2L	東川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	夏地系	夏地系	0	5.6
AL3H	東川	左岸	高水護岸	ブロック積				ブロック積系	夏地系	夏地系	0	17.3
AL3L	東川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	夏地系	夏地系	0	17.3
AL4H	東川	左岸	高水護岸	ブロック積				ブロック積系	灌漑系	灌漑系	0	2.0
AL4L	東川	左岸	低水護岸		コンクリート	鋼矢板		コンクリート系	灌漑系	灌漑系	0	2.0

作成した表六甲河川の基本属性のデータベースの一部を表-3に示す(パソコン画面)。

b) 被災箇所のデータベース

河川構造物の被災箇所を模式的に図-2に示すとき、被災箇所の河川縦断方向の長さ $L_i$ (左岸)、 $R_i$ (右岸)を被災長と呼び、 $\Sigma(L_i+R_i)$ を被災延長と呼ぶことにする。このように規定した被災箇所の総数は962件となった。

各被災箇所の属性に関する項目は以下の通りである。

i) 被災箇所の基本属性

- ・河川名：当該箇所を含む河川の名称
- ・工事番号(甲)：当該箇所を含む区間の工事番号
- ・被災箇所：当該箇所に割り振られた名称
- ・左岸 or 右岸：左岸・右岸の区別。河床の場合は空白
- ・被災構造物：被災した河川構造物
- ・方角：当該箇所が面している方角、8方位で入力
- ・橋梁近傍：当該箇所が橋梁の近傍にあたる場合は1、そうでない場合は0
- ・湾曲部：当該箇所が河川湾曲部にあたる場合は1、そうでない場合は0
- ・区間区分、構造、構造系、後背地種、震度 $\gamma$ の項目については、前述の河川の基本属性のデータベースと同様に定義

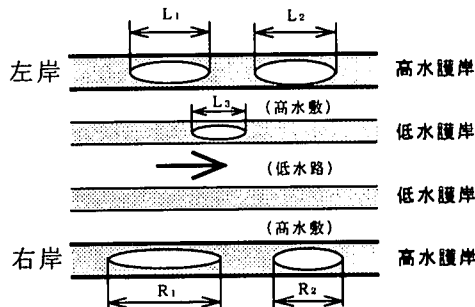


図-2 被災箇所の模式図

ii) 被害の状況に関する項目

- ・被災形態：図-3に示す被災形態の模式図などをもとに分類
- ・被災長：被災箇所の河川縦断方向の長さ(m)
- ・被災写真ファイル：当該箇所の被災状況を示す写真が格納されているファイル名
- ・被災写真撮影日：当該箇所の被災状況を示す写真の撮影日
- ・被災写真提供者：当該箇所の被災状況を示す写真の提供主体名

表-4 被災箇所のデータベース

河川名	工事番号(甲)	被災箇所	区間区分	左岸or右岸	被災構造物	方角	被災前の構造	(上)	(下)	(地図)	被災写真表示	復旧写真表示
天神川	31	A <sub>1</sub> 所	A	左岸	低水護岸	西	コンクリート			地図	hphotoV3108.jpg	fphotoVftenJ02.jpg
天神川	31	A <sub>2</sub> 所	A	左岸	高水護岸	西	コンクリート	コンクリート	石積(鋪)	地図	hphotoV3109.jpg	fphotoVftenJ02.jpg
天神川	31	A <sub>3</sub> 所	A	右岸	低水護岸	東	コンクリート			地図	hphotoV3101.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>4</sub> 所	A	右岸	低水護岸	東	コンクリート			地図	hphotoV3103.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>5</sub> 所	A	右岸	低水護岸	東	コンクリート			地図	hphotoV3102.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>6</sub> 所	A	右岸	高水敷	東	コンクリート			地図	hphotoV3101.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>7</sub> 所	A	右岸	高水敷	東	コンクリート			地図	hphotoV3103.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>8</sub> 所	A	右岸	高水敷	東	コンクリート			地図	hphotoV3102.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>9</sub> 所	A	右岸	高水護岸	東	コンクリート	コンクリート	石積(鋪)	地図	hphotoV3101.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>10</sub> 所	A	右岸	高水護岸	東	コンクリート	コンクリート	石積(鋪)	地図	hphotoV3104.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	A <sub>11</sub> 所	A	右岸	高水護岸	東	コンクリート	コンクリート	石積(鋪)	地図	hphotoV3102.jpg	fphotoVftenJ01.jpg
天神川	31	B <sub>1</sub> 所	A	左岸	護岸	西	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3115.jpg	fphotoVftenJ04.jpg
天神川	31	B <sub>2</sub> 所	A	右岸	護岸	東	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3112.jpg	fphotoVftenJ03.jpg
天神川	31	B <sub>3</sub> 所	A	右岸	護岸	東	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3111.jpg	fphotoVftenJ03.jpg
天神川	31	B <sub>4</sub> 所	A	右岸	護岸	東	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3109.jpg	fphotoVftenJ03.jpg
天神川	31	B <sub>5</sub> 所	A	右岸	護岸	東	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3108.jpg	fphotoVftenJ03.jpg
天神川	31	C <sub>1</sub> 所	A	右岸	護岸	東	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3117.jpg	fphotoVftenJ05.jpg
天神川	31	D <sub>1</sub> 所	A	左岸	根固工	西	コンクリート	コンクリート	石積	地図	hphotoV3127.jpg	fphotoVftenJ06.jpg
天神川	31	E <sub>1</sub> 所	A	左岸	護岸	西	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3131.jpg	
天神川	31	E <sub>2</sub> 所	A	右岸	護岸	東	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3227.jpg	fphotoVftenJ07.jpg
天神川	32	A <sub>1</sub> 所	B	右岸	護岸	東	石積(鋪)			地図	hphotoV3205.jpg	fphotoVftenJ08.jpg
天神川	32	B <sub>1</sub> 所	B	左岸	護岸	西	石積(鋪)			地図	hphotoV3227.jpg	fphotoVftenJ10.jpg
天神川	32	B <sub>2</sub> 所	B	右岸	護岸	東	石積(空)			地図	hphotoV3211.jpg	fphotoVftenJ08.jpg
天神川	32	C <sub>1</sub> 所	B	左岸	護岸	西	石積(空)			地図	hphotoV3222.jpg	fphotoVftenJ12.jpg
天神川	32	C <sub>2</sub> 所	B	左岸	護岸	西	石積(空)			地図	hphotoV3221.jpg	fphotoVftenJ13.jpg
天神川	32	C <sub>3</sub> 所	B	右岸	護岸	東	コンクリート	石積(空)		地図	hphotoV3218.jpg	fphotoVftenJ14.jpg
天神川	32	C <sub>4</sub> 所	B		河床					地図	hphotoV3223.jpg	fphotoVftenJ12.jpg
天神川	32	D <sub>1</sub> 所	B	左岸	護岸	西	石積(空)			地図	hphotoV3227.jpg	fphotoVftenJ15.jpg
天神川	32	D <sub>2</sub> 所	B	左岸	護岸	北西	石積(空)			地図	hphotoVftenJ01.jpg	fphotoVftenJ15.jpg
天神川	32	D <sub>3</sub> 所	B	右岸	護岸	東	石積(鋪)			地図	hphotoV3224.jpg	
天神川	32	D <sub>4</sub> 所	B	右岸	護岸	東	石積(鋪)			地図	hphotoV3224.jpg	
天神川	32	D <sub>5</sub> 所	B	右岸	護岸	東	石積(鋪)			地図	hphotoV3226.jpg	fphotoVftenJ15.jpg
天神川	32	E <sub>1</sub> 所	B	左岸	護岸	北西	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3232.jpg	fphotoVftenJ17.jpg
天神川	32	E <sub>2</sub> 所	B	左岸	護岸	北西	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3230.jpg	fphotoVftenJ17.jpg
天神川	32	E <sub>3</sub> 所	B	左岸	護岸	北西	石積(鋪)	コンクリート		地図	hphotoV3234.jpg	fphotoVftenJ17.jpg

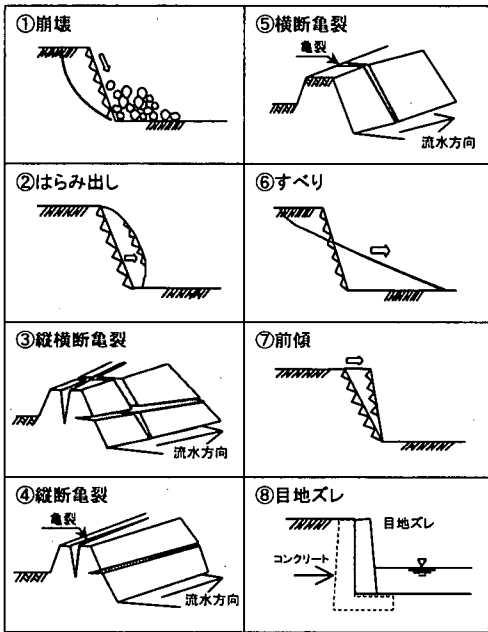


図-3 被災形態の模式図

- ・復旧写真ファイル：当該箇所の復旧状況を示す写真が格納されているファイル名
  - ・復旧写真撮影日：当該箇所の復旧状況を示す写真の撮影日
  - ・復旧写真提供者：当該箇所の復旧状況を示す写真の提供主体名
- 作成した被災箇所のデータベースの一部を表-4に示す(パソコン画面)。

(3) データベースのシステム化

本研究ではデータベースの利便性を高めるために、被災箇所に関する属性情報(表-4の記載事項)、位置情報、および写真情報(被災写真、復旧写真)を相互に結び付けるようなシステム化を図った。位置情報については地図ソフトに被災箇所を入力し、データベースとリンクさせた。これにより、データベース上(表-4)のある被災箇所の位置情報が知りたければ、当該箇所の「地図」の項目をクリックすると地図ソフト上にその位置が表示され、逆に地図上のある被災箇所の属性情報が知りたければ、データベースの当該箇所にリンクすることができるようになった。写真情報についても、データベース上の「被災写真表示」、あるいは「復旧写真表示」の項目をクリックすると直ちに当該箇所の写真が示されるようにした。データベースから位置情報および写真情報にリンクした状況をそれぞれ、図-4、図-5に示す。

iii) 復旧の状況に関する項目

- ・復旧工種：復旧に用いられた工法を3種類まで入力
- ・工事箇所長さ：工事箇所の河川縦断方向の長さ(m)。一括の区間として復旧されている複数の箇所は、それらをまとめた形で入力



図-4 位置情報へのリンク

Microsoft Excel - 表の印刷範囲を指定する

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) クリヤ(C) 並列(S) ヘルプ(H)

MS Pゴシック 11 B I U 標準 背景色 罫線 塗りつぶし 色 文字色 文字スタイル

日	C	D	E	I	AK	AL	AM	AN	AO
河川名	工事番号(号)	工事箇所	左岸	地	被災写真表示	被災写真表示2	復旧写真表示	復旧写真表示2	
596	天神川	32	Aヶ所	右	地図	hphotoV3205.jpg		fphotoYfte nj08.jpg	
597	天神川	32	Bヶ所	左	地図	hphotoV3227.jpg		fphotoYfte nj10.jpg	
598	天神川	32	Bヶ所	右	地図	hphotoV3211.jpg		fphotoYfte nj09.jpg	
599	天神川	32	Cヶ所	左	地図	hphotoV3222.jpg		fphotoYfte nj12.jpg	
600	天神川	32	Cヶ所	左	地図	hphotoV3221.jpg		fphotoYfte nj13.jpg	
601	天神川	32	Cヶ所	右	地図	hphotoV3218.jpg		fphotoYfte nj14.jpg	
602	天神川	32	Cヶ所	右	地図	hphotoV3223.jpg		fphotoYfte nj12.jpg	
603	天神川	32	Dヶ所	左	地図	hphotoV3227.jpg		fphotoYfte nj15.jpg	
604	天神川	32	Dヶ所	左	地図	hphotoVkte nj01.jpg	hphotoV3230.jpg	fphotoYfte nj15.jpg	
605	天神川	32	Dヶ所					fthenj15.jpg	
606	天神川	32	Dヶ所						
607	天神川	32	Dヶ所						
608	天神川	32	Eヶ所						
609	天神川	32	Eヶ所						
610	天神川	32	Eヶ所						
611	天神川	32	Fヶ所						
612	天神川	32	Fヶ所						
613	天神川	32	Fヶ所						
614	天神川	32	Fヶ所						
615	天神川	32	Gヶ所						
616	天神川	32	Gヶ所						
617	天神川	32	Gヶ所						
618	天神川	33	Aヶ所						
619	天神川	33	Aヶ所	左	地図	hphotoV3303.jpg		fphotoYfte nj27.jpg	

図-5 写真情報へのリンク

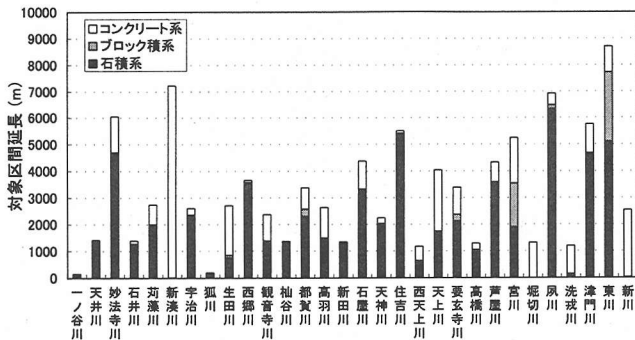


図-7 各河川の対象区間延長(構造系別)

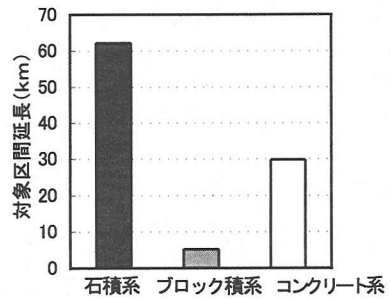


図-8 構造系別の対象区間延長

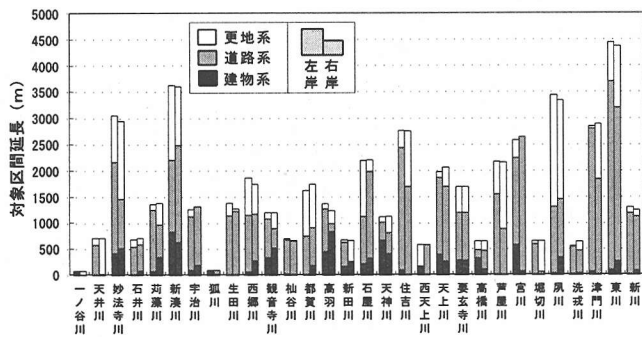


図-9 各河川の対象区間延長(後背地種別)

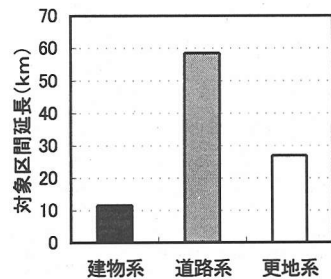


図-10 後背地種別の対象区間延長

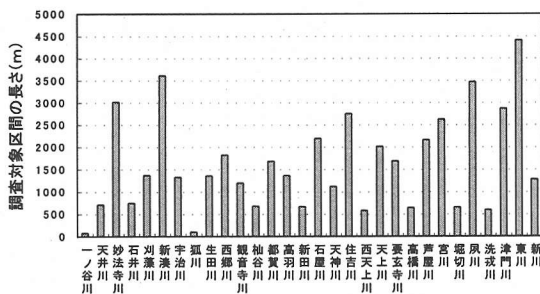


図-6 各河川の調査対象区間の長さ

#### 4. 被災時の表六甲河川の概要

##### (1) 各河川の調査対象区間の長さ

各河川について調査対象区間の長さを図-6に示す。この長さは開渠部分の左・右護岸延長の平均値であり、複断面構造の河川では高水護岸のみの左・右護岸延長の平均値を用いている。図に示すように、各河川では80~4500mの範囲にあり、平均は約1600mで、総延長は約50kmである。

##### (2) 護岸構造

各河川の護岸構造系別の対象区間延長を図-7に示

す。この対象区間延長は左・右護岸の延長の合計であり、複断面の区間では高水護岸のみの長さを用いている。また、全河川についての護岸構造系別の対象区間延長を図-8に示す。石積系護岸の延長が約65%を占め、表六甲河川を特徴づけている。コンクリート系護岸は約30%で、新湊川、新川、天上川、生田川に多く、他の河川でも下流部はコンクリート系構造の護岸がかなりある。ブロック積系護岸は約5%と短く、その殆どが東川と宮川の護岸である。

##### (3) 後背地の状況

対象区間において左右岸の後背地の種別を調べた。図-9は各河川の後背地種別の対象区間延長を左岸・右岸ごとに示す。河川、あるいは地域によって後背地種が異なっていることがわかる。生田川や新川のように左右岸とも殆ど道路系である河川がある。建物系の後背地の比率が大きい河川は高羽川、天神川、観音寺川などで、これらの河川は河道幅が狭く、家屋連担地を流れる小規模な河川である。更地系の後背地の比率が大きい河川は鳳川、都賀川などで、これらの河川沿いには公園などが比較的多い。図-10は全ての河川について後背地種別に対象区間延長をまとめたものであり、この図から表六甲河川では総体的には後背地は道路系が支配的であるといえる。

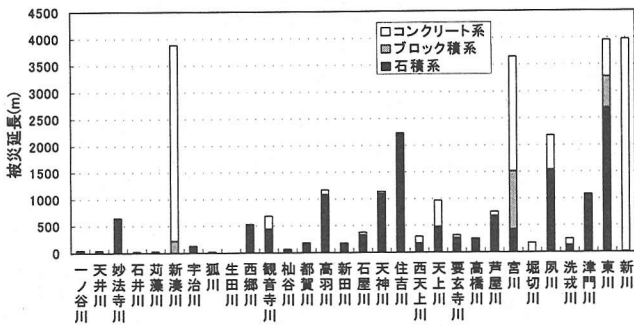


図-11 各河川の被災延長(構造系別)

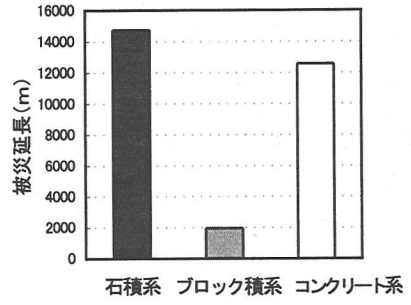


図-13 構造系別の被災延長

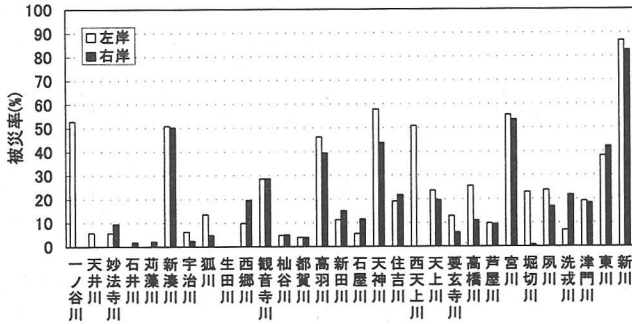


図-12 各河川の被災率

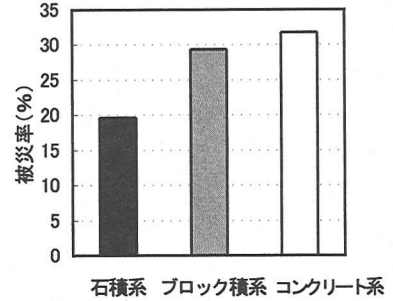


図-14 構造系別の被災率

表-5 調査対象全域の護岸の被災箇所数, 被災延長, 被災率

対象区間総延長 (km)	121.9
被災箇所数 (箇所)	850
被災延長 (km)	29.3
被災率 (%)	24.0

## 5. 護岸の被害分析

上述の表六甲河川の基本属性および被災箇所データベースをもとに、河川構造物のうち護岸の被害について分析した結果を以下に述べる。

### (1) 被災延長と被災率

#### a) 調査対象全域の被災箇所数, 被災延長, 被災率

表六甲河川の調査対象全域についての護岸の被災箇所数, 被災延長, 被災率は表-5の通りである。ここでの「被災箇所数」, 「被災延長」は全ての被災形態を含んだ被災箇所の数, 被災延長であり, 「被災率」は対象区間総延長121.9km (左岸・右岸の合計で, 特に記述がなければ本節(5.)では低水護岸も含めている)に対する被災延長の割合である。これより, 対象区間全体では護岸延長の24%は何らかの形態の被害を受けていることがわかる。

#### b) 各河川の被災延長と被災率

各河川について全被災形態の被災延長を図-11に示す。新湊川以外は、東部地域の河川の被災延長が長い。護岸構造との関係は、大半の河川で石積系構造の護岸が被災延長の殆どを占めるが、被災延長の長い新川, 東川, 夙川, 宮川, 新湊川ではコンクリート系やブロック積系構造の被災延長が際立って長い。前者に関しては、石積系護岸が多いという表六甲河川の護岸構造の特徴(前述の4(2))と関係があるが、石積系構造が特に被災しやすい構造系であるかどうかは次項c)で述べる。後者については、コンクリート系構造の護岸が元々それらの河川に多かったことも関係しているが、他方、コンクリート系護岸の被害が決して少なくはなかったことを示している。

つぎに、図-12に各河川の被災率(左岸あるいは右岸の対象区間延長に対する全被災形態の被災延長の割合)を示す。新湊川、一ノ谷川を例外として、西部地域の河川よりも高羽川, 天神川, 西天上川, 宮川, 新川などの中・東部地域の河川で被災率が高い。

#### c) 護岸構造系別の被災延長と被災率

護岸構造系別に全被災形態の被災延長を図-13に示す。石積系護岸の被災延長は50%, コンクリート系護岸は43%, ブロック積系護岸は7%である。また、被災率を図-14に示す。ここに、被災率は、構



表-6 各被災形態の被災箇所数と被災延長

被災形態	被災箇所数 (箇所)	比率 (%)	被災延長 (m)	比率 (%)
崩壊	141	16.6	2299	7.9
はらみ出し	109	12.8	3420	11.7
縦横断亀裂	66	7.8	1918	6.5
縦断亀裂	274	32.2	7771	26.6
横断亀裂	62	7.3	2460	8.4
すべり	10	1.2	850	2.9
前傾	47	5.5	5400	18.5
目地ズレ	21	2.5	1672	5.7
破損	16	1.9	160	0.5
隆起	2	0.2	109	0.4
落下	6	0.7	65	0.2
その他	96	11.3	3128	10.7
全被災形態	850	100	29252	100

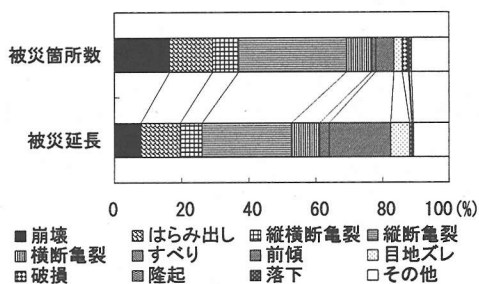


図-15 各被災形態の被災箇所数と被災延長の比率

表-7 護岸構造系別の各被災形態の被災延長

被災形態	被災延長(m) (比率%)		
	石積系	ブロック積系	コンクリート系
崩壊	1822 (12.4)	246 (12.6)	231 ( 1.8)
はらみ出し	3404 (23.1)	0 ( 0.0)	16 ( 0.1)
縦横断亀裂	778 ( 5.3)	122 ( 6.2)	1018 ( 8.1)
縦断亀裂	5914 (40.1)	682 (34.8)	1175 ( 9.4)
横断亀裂	577 ( 3.9)	581 (29.7)	1302 (10.4)
すべり	339 ( 2.3)	325 (16.6)	186 ( 1.5)
前傾	455 ( 3.1)	0 ( 0.0)	4945 (39.4)
目地ズレ	93 ( 0.6)	0 ( 0.0)	1579 (12.6)
破損	111 ( 0.8)	0 ( 0.0)	49 ( 0.4)
隆起	109 ( 0.7)	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
落下	65 ( 0.4)	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
その他	1077 ( 7.3)	2 ( 0.1)	2049 (16.3)
全被災形態	14744 (100)	1958 (100)	12550 (100)

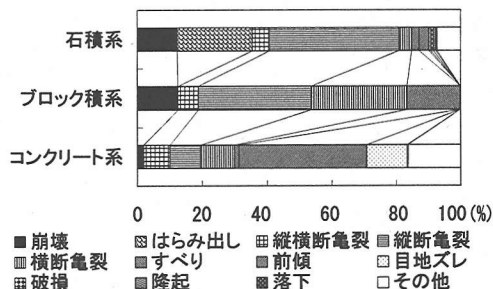


図-16 護岸構造系別の各被災形態延長の比率

造系別の対象区間延長に対する全被災形態の被災延長の割合である。石積系護岸の対象区間延長はコンクリート系護岸の約2倍であるため、被災率はコンクリート系護岸の方が石積系護岸よりも大きくなっている。被災率の値は護岸構造によってこのような順位が付くが、構造系ごとに被災形態も異なるので、全ての被災形態を対象としたこの被災率だけでは耐震性に対する護岸構造系の優劣を判定することはできない。

(2) 被災形態

a) 被災形態別の被災箇所数と被災延長

調査対象全域の被災箇所数および被災延長が各被災形態によってどのように異なるかを示したものが表-6、図-15である。被災箇所数については縦断亀裂が最も多く(総被災箇所数の約1/3)、次いで崩壊、はらみ出し、の順であり、横断亀裂と縦横断亀裂は縦断亀裂の1/4程度である。被災延長についても縦断亀裂が最も長く(被災延長の合計の1/4)、次いで

前傾、はらみ出し、横断亀裂、崩壊、の順である。前傾の被害は、被災箇所数における比率よりも被災延長における比率の方が非常に大きい。これは一箇所の被災長が相対的に長いことを意味し、護岸の前傾という被災形態はある程度の長さにより連続的に発生していると推定できる。これに対して、崩壊は被災箇所数における比率に比べて被災延長における比率がかなり小さい。すなわち、護岸崩壊の被害は一箇所当りの被災長が短く、局所的であったことを示している。

b) 被災形態と護岸構造の関係

被災形態と護岸構造の関係を調べるために、護岸の構造系別に各被災形態の被災延長とその比率を示したものが表-7、図-16である。この図表によれば、石積系護岸では縦断亀裂が被災延長の40%を占め、はらみ出し、崩壊を加えると約75%になる。ブロック積系護岸では縦断亀裂、横断亀裂の比率が大きく、またコンクリート系護岸は前傾被害の延長が約40%と長く、石積系護岸とブロック積系護岸では大きい

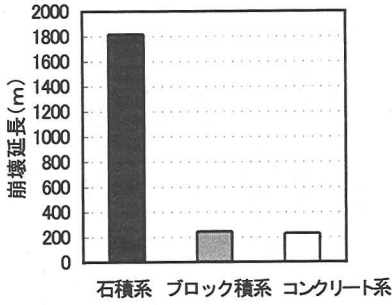


図-17 構造系列の崩壊延長

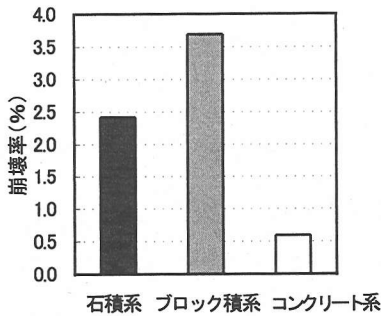


図-18 構造系列の崩壊率

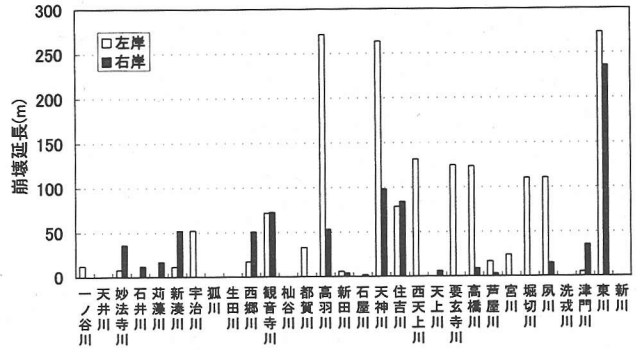


図-19 各河川の崩壊延長

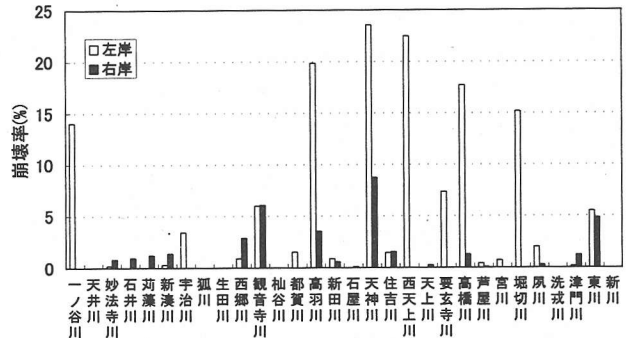


図-20 各河川の崩壊率

縦断亀裂の比率は小さい。

崩壊の比率は、石積系およびブロック積系護岸に比べてコンクリート系護岸においては極めて小さい。縦断亀裂と横断亀裂は、ブロック積系護岸でもコンクリート系護岸でも同程度に生じるが、石積系護岸においては縦断亀裂が圧倒的に生じやすい。これより、石積系護岸ではその構造的特性から亀裂の走る方向が河川縦断方向に集中するものと推測される。またブロック積系護岸は、石積系護岸では比率が大きいはらみ出しの被害は生じていないが、すべりの被害の比率が大きく、これも構造上の理由によると考えられる。

### (3) 護岸の崩壊について

護岸の崩壊は表-6に示す通り、被災箇所数、被災延長とともに他の被災形態に比べて特に大きな比率を占めてはいない。しかしながら、全ての被災形態のうちで崩壊の被害は最も激しい被災形態であると、筆者らは現地調査から判断した。このように被害の強さが大きいという点に注目して、特に崩壊の被害について分析を行った。

#### a) 護岸構造系列の崩壊延長と崩壊率

護岸構造系列の崩壊延長と崩壊率をそれぞれ、図-17、図-18に示す。ここに、「崩壊率」は構造系列

の対象区間延長に対する崩壊延長の割合である。図-17から明らかに、崩壊延長は石積系護岸が圧倒的に長いですが、図-18の崩壊率の値はブロック積系、石積系、コンクリート系護岸の順である。ただし、データの数からブロック積系と石積系の崩壊率は有意な差はないと考えられ、これに対してコンクリート系構造の護岸は崩壊の可能性は極めて少ないといえよう。

#### b) 各河川の崩壊延長と崩壊率

各河川について崩壊延長を図-19に、崩壊率(左岸あるいは右岸の対象区間延長に対する崩壊延長の割合)を図-20に示す。全被災形態を対象にした被災延長(図-11)、被災率(図-12)よりも明確に、高羽川、天神川、西天上川、高橋川、堀切川、東川など中・東部地域の河川で崩壊被害の集中が認められる。それらの河川は、被災地のなかでも建物の倒壊率が高かった地域を流れる河川である。

左岸と右岸の違いは図-12の全被災形態の被災率では認められなかったが、崩壊については中・東部地域の河川では明らかに左岸側の被害が大きく、西部地域の河川では右岸側の被害が大きい傾向がある。

#### c) 護岸崩壊と後背地の関係

上述の結果から、河川後背地の状況が護岸の崩壊と関連があることも考えられたので、後背地種別に

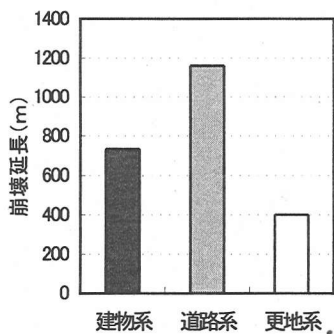


図-21 後背地種別の崩壊延長

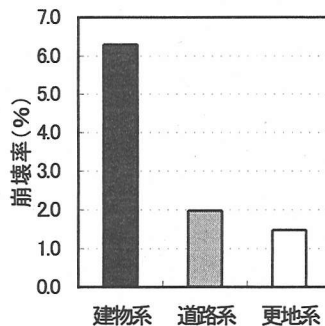


図-22 後背地種別の崩壊率

表-8 震度別の被災延長と被災率

	震度 7	震度 6 以下
対象区間延長(km)	58.3	63.6
対象区間総延長に占める割合(%)	47.8	52.2
全被災形態の被災延長(km)	13.5	15.8
全被災形態の被災率(%)	23.1	24.8
崩壊延長(km)	1.5	0.8
崩壊率(%)	2.6	1.2

崩壊延長と崩壊率を求めた結果が図-21、図-22である（この図では、護岸が複断面の場合は低水護岸は除いて高水護岸のデータのみを用いている）。崩壊延長は道路系が最も長い、崩壊率は建物系が最も大きく、道路系・更地系の3倍以上である。このことは、他の条件が同じであれば、後背地が道路系である区間よりも建物系である区間の方が護岸の崩壊は発生しやすいことを示唆しているが、その検討は今後の課題である。

#### (4) 地域分布

護岸の全被災形態の被災箇所および崩壊の被災箇所の分布をそれぞれ、図-23、図-24に示す。図には震度7の地域（震災の帯）を併示しているが、被災箇所が中・東部の河川および震度7の地域に集中しているように見てとれる。そこで、これらの被害を震度7の地域に含まれる河川区間とそれ以外（震度6以下）の地域の河川区間に分けて調べた結果が表-8である。全被災形態については被災延長、被災率ともに震度6以下の地域の方がやや大きい値をとるが、これは東部河川の下流部が埋立地を流れており、地盤の液状化により長区間にわたる前傾・目地ズレ等の被害があったため、その被災延長がこのデータに含まれていることを考慮する必要がある。これに対して、図-24に見るように崩壊は下流部での発生は少ないので、埋立地の液状化による被害はあまり含まれていないと考えられる。この崩壊の被災延長、崩壊率は、表-8のように震度7地域の値がそれ以外

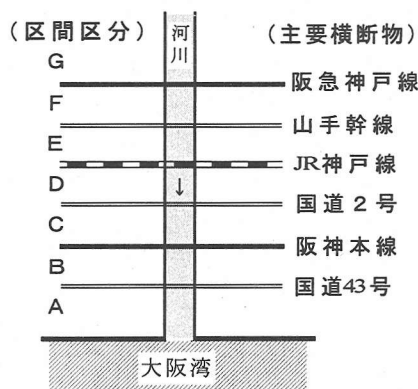


図-25 区間区分

の地域の値の2倍程度となっている。つまり、崩壊で代表されると考えられる護岸の激しい被害は、震度7の地域に集中して発生したといえよう。

つぎに、被災率などの河川縦断方向の分布を調べるために、以下のように区間区分をして分析を行った。表六甲河川はどの河川も図-1に示すように南北方向に流れ、主要な鉄道と道路がほぼ平行に並んで東西方向に河川を横過している。そこで、主要横断物である阪急神戸線、山手幹線（道路）、JR神戸線、国道2号、阪神電鉄本線、国道43号で各河川を区切り、それぞれの横断物に挟まれた区間に河口部からA～Gのグループ番号を割り当てる（図-25）。このように区分した区間ごとに護岸の対象区間延長、震度7地域の占める割合、全被災形態の被災率、崩壊率を示したものがそれぞれ、図-26～29である。図-28で区間区分Aの被災率は際立って大きい値を示しているが、これは上述したように下流部が埋立地である宮川、東川、新川でコンクリート系護岸の前傾・目地ズレなどの被害が多発し、この3河川の被災延長が区間区分Aの全被災延長の約75%を占めているためである。この点を考慮すれば、図-28、図-29から、表六甲河川の護岸被害は全被災形態では山手幹線～

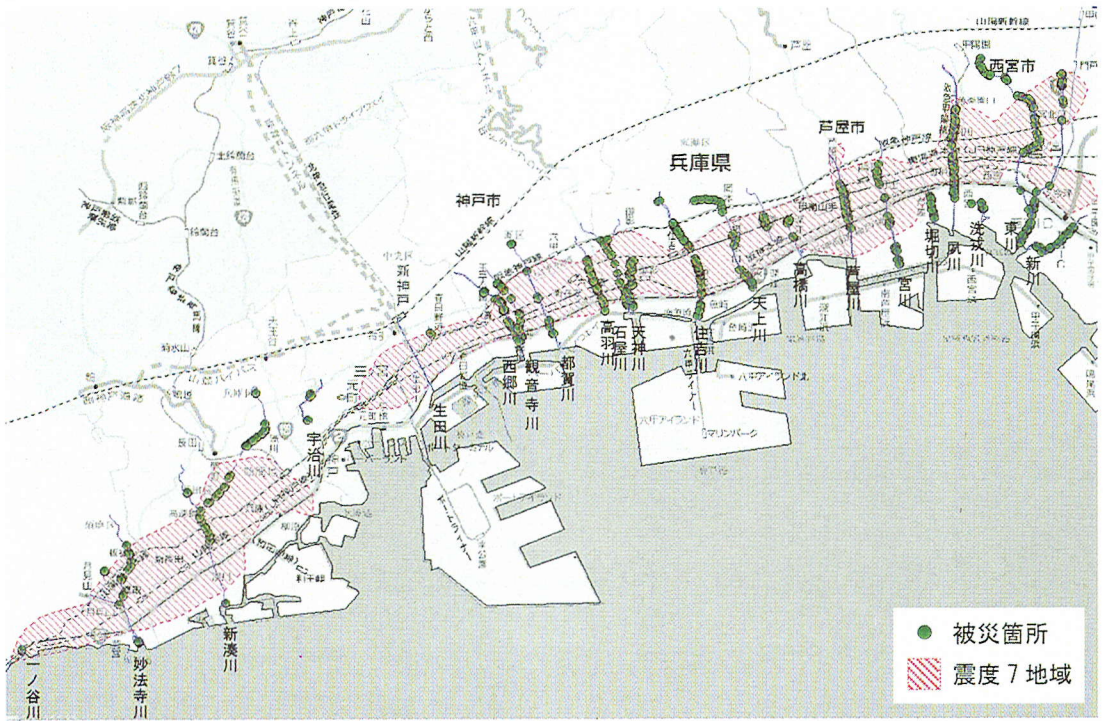


図-23 護岸の全被災箇所

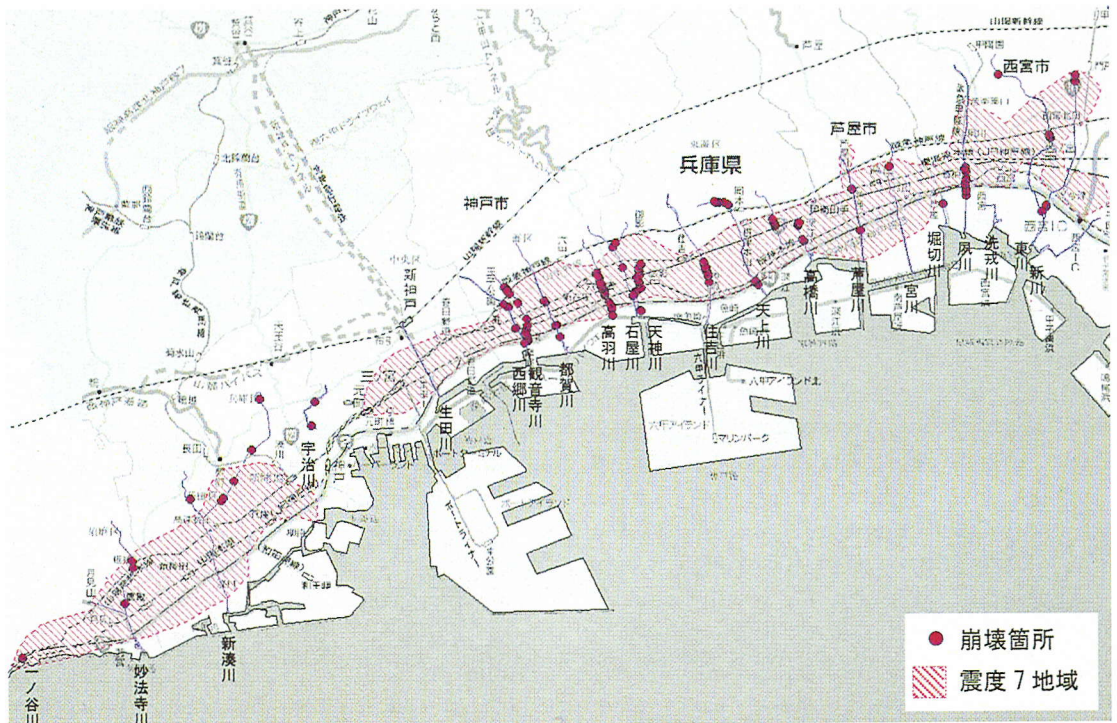


図-24 護岸の崩壊箇所

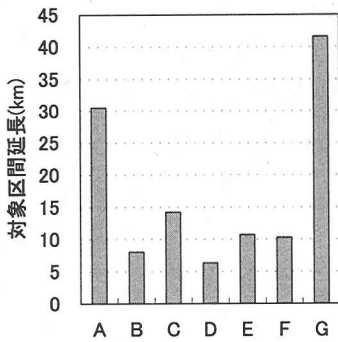


図-26 区間区分別の対象区間延長

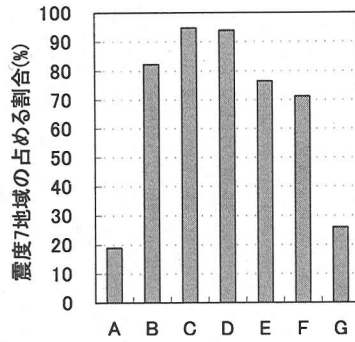


図-27 区間区分別の震度7地域の占める割合

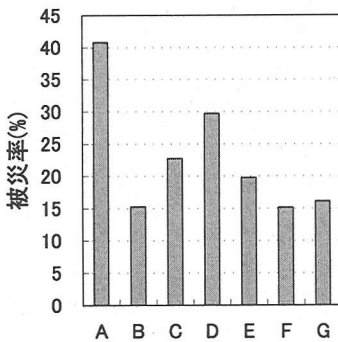


図-28 区間区分別の全被災形態の被災率

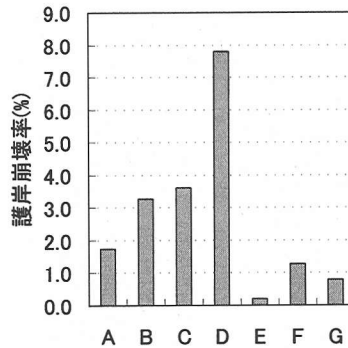


図-29 区間区分別の崩壊率

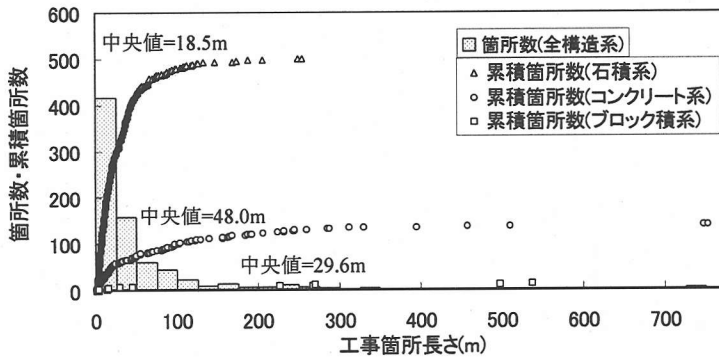


図-30 工事箇所長さの度数分布

JR神戸線～国道2号～阪神電鉄本線の区間で多発し、崩壊はJR神戸線～国道2号の区間に集中していたといえる。また、図-27の震度7地域の分布は図-28の護岸被災率と同じ傾向の分布を示しており、震度と護岸被災率との間に強い相関性が認められる。

## 6. 護岸の復旧について

護岸被害の復旧において、各工事箇所がどの程度

の長さであったかを示したものが図-30である。全ての構造系を含む護岸については25m単位で工事箇所長さの数を示しているが、工事箇所の大半は25m以下の長さであり、長くなるとともに箇所数は指数関数的に少なくなっている。復旧工事が被害発生箇所を対象に行われるためこのような分布になると思われるが、連続した長い区間の河川改修工事の一部も行われていることが図からわかる。

構造系別には累積箇所数で示しているが、石積系護岸は50m以下の箇所が殆ど(85%)で、中央値は



写真-1 石積工を主体とした復旧(天上川)



写真-2 渡り石と階段護岸(住吉川)

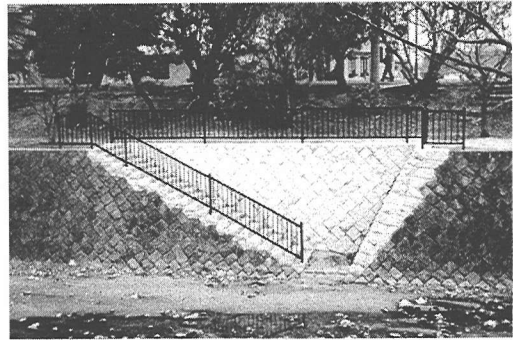


写真-3 階段工の整備・増設(夙川)

18.5m である。これに対して、コンクリート系護岸は石積系護岸より長い工事箇所が多く、中央値は 48.0m である。このような工事箇所長さの差異は、前節に述べた構造系による護岸被災形態の相違、すなわち石積系護岸の被害が崩壊で代表されるように局所的であり、コンクリート系護岸の被害が河口付近で多発した前傾のように連続的なものであったことに対応していると考えられる。

つぎに、復旧工事における 2, 3 の特徴を挙げる。

- 1) 被災前の構造にかかわらず、練石積構造で護岸が復旧されているケースが多い。特に、ブロック積系護岸でその傾向が強い(写真-1)。
- 2) 石積系護岸の復旧では、震災前からの石材が再利用されているケースが数多く見られた。
- 3) 高水敷へ降りるための階段・スロープ、高水敷と低水路をつなぐ階段護岸、さらにそれらをつなぐ渡り石などが復旧工事とともに大幅に増え、河川空間および水への人々のアプローチが容易になった(写真-2, 写真-3)。

表六甲河川では昭和13年の阪神大水害以来、洪水・土石流の疎通確保を主目的に改修が行われ、また近年は水辺環境に配慮した河川整備も進められている。震災後はさらに、地震・火災時の避難空間・防火帯や生活用水・消火用水の水源等として、河川が都市防災の面でも有効に活用できるように施設整備がなされている。上述の渡り石を利用した取水用ピットや高水敷への階段・スロープなどもその例であるが、これらはまた、平常時に人々が川に親しむためにも好都合な施設となる。このように、震災の経験によって都市域における河川の防災・環境面の役割が再認識され、その教訓が表六甲河川の整備に生かされつつあることを筆者らは本調査で確認することができた。

## 7. まとめ

本文の内容を以下に要約する。

- 1) 表六甲河川において現地調査を行い、調査対象

の全区間にわたる河川の基本属性に関するデータベース(要素区間の数:2418,現況写真:1188枚)を作成した。

- 2) 兵庫県南部地震による表六甲河川の河川構造物被害に関するデータベース(総被災箇所数:962,被害写真:864枚)を作成した。また、データベース(被災箇所の属性情報)と位置情報,写真情報を相互に結び付けるようなシステム化を行い,データベースの利便性を高めた。
- 3) 護岸の被害を分析した結果,以下の事項が明らかになった。
  - i) 表六甲河川の調査対象区間の総延長 121.9kmにおいて,全ての被災形態を含んだ被災箇所数は850,被災延長は29.3km,被災率は24%であった。
  - ii) 被災形態のうち縦断亀裂の箇所数が最も多く,被災延長も縦断亀裂が最も長い。
  - iii) 石積系護岸では縦断亀裂の被災延長が全被災延長の40%を占め,コンクリート系護岸では前傾の被災延長が40%を占める。また,石積系護岸とブロック積護岸では崩壊の被害もかなり発生しているが,コンクリート系護岸では崩壊の比率は低い。
  - iv) 崩壊の被害はその被災形態からみて最も激しい被害であると判断されるが,一箇所当たりの被災長は短く,局所的である。一方,河川下流部埋立地のコンクリート系護岸で多発した前傾の被害は,比較的長区間にわたる連続的な被災形態である。
  - v) 崩壊は中・東部地域の河川に多く発生している。また,それらの河川では左岸側の被害が大きい。
  - vi) 河川後背地が道路系や更地系である区間よりも建物系である区間の方が,護岸崩壊率(対象区間延長に対する崩壊延長の割合)は高い。
  - vii) 東部地域の埋立地で液状化により生じた被害を除けば,護岸の被害は震度7の地域で多発しており,特に崩壊はJR神戸線~国道2号の区間に集中している。
- 4) 護岸復旧工事における工事箇所長さを調べた結果,石積系護岸では50m以下の工事箇所が殆どで,コンクリート系護岸では石積系護岸より長い工事箇所が多い。
- 5) 震災後,表六甲河川は従来の治水・利水機能に加えて,都市域における防災・環境面の役割を考慮した河川整備が行われつつある。

以上のように,本報告では表六甲河川の護岸について被害の特性をいくつかの角度から明らかにしたが,それらは基本的には被災箇所に関する統計的事実という面でもとらえたものであり,個々の被害の原因は明確になっていない。被害原因の究明という点からは,さらに種々の検討が必要である。すなわち,河川自体について河川形態,河道断面形状・規模,河川構造物の築造年代,耐震強度などの項目をデータベースに組み込んだ上で,地震力(加速度・震度などの場所的分布),地形,地盤特性などと河川構造物被害の関係を調べなければならない。地震による河川構造物の被害に関する研究報告は少なく,解明すべき課題は多いと思われるが,本文に述べた調査方法や分析結果が河川構造物の耐震性の検討や今後の河川改修のために参考になれば幸いである。

謝辞:本調査研究においては,神戸大学 神吉和夫助手,宮本仁志助手,前田浩之技官,山津源和氏(三菱重工(株),当時 神戸大学学生)のご協力を得た。また,兵庫県土木部河川課,兵庫県神戸土木事務所・西宮土木事務所・尼崎港管理事務所には,調査・分析の基礎となる震災関係資料をご提供いただいた。ここに記して,深く感謝の意を表する次第である。

#### 参考文献

- 1) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会:阪神・淡路大震災調査報告,第3巻 土木構造物の被害,第6章 河川・砂防関係施設,土木学会,pp.361-537,1997。
- 2) 同上,第8巻 土木構造物の応急復旧,補修,補強,第5章 河川・砂防関係施設の復旧と今後の対策,土木学会,pp.191-318,1998。
- 3) 建設省土木研究所:平成7年(1995年)兵庫県南部地震災害調査報告,土木研究所報告,第196号,1996。
- 4) 兵庫県土木部:1995年 阪神・淡路大震災誌【河川構造物】,1998。
- 5) 神戸大学工学部建設学科土木系教室兵庫県南部地震学術調査団:神戸大学工学部兵庫県南部地震緊急被害調査報告書(第1報),pp.48-52,1995。  
同上(第2報),pp.147-156,1995。
- 6) 神田 徹,堀江 毅,道奥康治,神吉和夫,瀬良昌憲,宮本仁志,北野陽一郎:兵庫県南部地震による治水・利水施設の被害と復旧,特定研究「兵庫県南部地震に関する総合研究」平成9年度報告書,神戸大学,pp.167-176,1998。

(1999.6.23 受付)

DAMAGE TO RIVER STRUCTURES OF OMOTEROKKO-RIVERS DUE TO  
THE '95 HYOGO-KEN NANBU EARTHQUAKE  
— CONSTRUCTION OF DATABASE ON THE DAMAGE AND ITS ANALYSIS —

Tohru KANDA and Yoichiro KITANO

A devastating earthquake; "Hyogo-ken Nanbu Earthquake", did a great deal of damage to the south area of Hyogo Prefecture. A database on damage to the river structures of the Omoterokko-Rivers is made using the data obtained from the field observations and the specifications of river restoration works. In order to increase the utility of the database, the tabulated informations of the damage are linked with the geographical informations and the photographic ones. The damage to revetments is analyzed concerning the relationship among the structural type of revetments, the number/length of damaged sites, the damage form of revetments, etc. Collapses of the revetments which appear to be heaviest of damage form have mostly occurred within the disaster belt of seismic intensity 7.