

# 雲仙普賢岳の火山災害における橋梁の被害と復旧

高橋和雄<sup>1</sup>・藤井 真<sup>2</sup>・西村寛史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>フェロー会員 工博 長崎大学教授 工学部社会開発工学科(〒852長崎市文教町1-14)

<sup>2</sup>正会員 工修 株式会社フジタ(〒151東京都渋谷区千駄ヶ谷4-6-15)

<sup>3</sup>学生会員 長崎大学大学院生 工学研究科社会開発工学専攻(〒852長崎市文教町1-14)

土石流が頻発した雲仙普賢岳の火山災害では、交通を確保するために緊急連絡橋の建設、橋梁の土石流対策、防災工事を行うために交通を確保しながら、橋梁の架け替えが行われた。また、導流堤や拡幅された河川を横断するスパンの橋梁が架設されつつある。本報告では、雲仙普賢岳の火山災害における橋梁の応急・緊急および本復旧対策を述べる。

*Key Words* : volcanic disaster, debris flow, bridge, reconstruction

## 1. まえがき

雲仙普賢岳の火山災害(平成3年~平成7年)は、被災地およびその周辺にきわめて深刻な影響を及ぼした。この災害の特徴として、火砕流および土石流による直接被害と、警戒区域の設定による間接被害の2つが生じたことが挙げられる。間接被害をもたらした最大の要因は、道路および鉄道の不通による観光客や買物客の減少である。被害額2,300億円のうち、商工業被害などの間接被害が1,600億円を占める<sup>1)</sup>。雲仙普賢岳の火山災害が始まると、土石流によって道路および鉄道が土砂堆積、橋梁の流失などでたびたび通行止めとなり、また火砕流に対して人命を守るために設定された警戒区域内に幹線道路、鉄道が含まれて全面通行止めになるなど、島原半島全体が大きな影響を受けた。これによって通勤、通学、商工業、観光などに重大な支障を来し、海上代替輸送、列車代行バスの運行、迂回路、緊急連絡橋の建設などの応急・緊急対策が導入された。

災害の長期化に伴って、国道57号は通行止めが1年以上に及んだため、代替ルートとして土石流に強い海岸沿いの高架道路「島原深江道路」が計画された<sup>2)</sup>。また、復興にあっても、諫早方面への避難道路の役目を果たす地域高規格道路および島原鉄道の復旧が大きな課題となった。

今回の火山災害では、土石流から道路を守るために、河川断面での橋梁の確保が重要な課題となった。応急対策として、河積を確保するための除石、橋梁の流失対策に加えて、橋梁に流木や巨石が堰き止められることによる被害拡大の恐れを防ぐために橋脚や高欄の撤去などが検討された。土石流の流路となった道路には応急復旧の期間による通行止めを防ぐために土石流の流路上の道路に緊急連絡橋が建設された。流失した橋梁の応急復旧、河川の拡幅・嵩上げなどの防災工事にあたっては、道路や鉄道を確保しながら復旧を図る必要があるため、応急組立橋などが使用された。また、本復旧にあたっては、導流堤や河川を横断する橋梁が補償工事として架設されつつあるが、土石流対策から橋脚やベントの設置を避けるために、トラス橋、ニールセン橋などの高架の長大橋の建設がされつつある。これらの復旧・復興工事が終了すると、普賢岳を眺望する扇状地に一大橋梁群が出現する。これらの橋梁群が復興のシンボルになるとともに火山災害の学習・体験の場、ひいては地域の活性化に活用されることが期待される。

橋梁の本復旧は開始されたばかりであるが、本報告では火山災害時に道路や鉄道を守るための橋梁の確保策、土石流対策としての橋梁の活用、橋梁の応急・緊急・恒久対策について述べる。

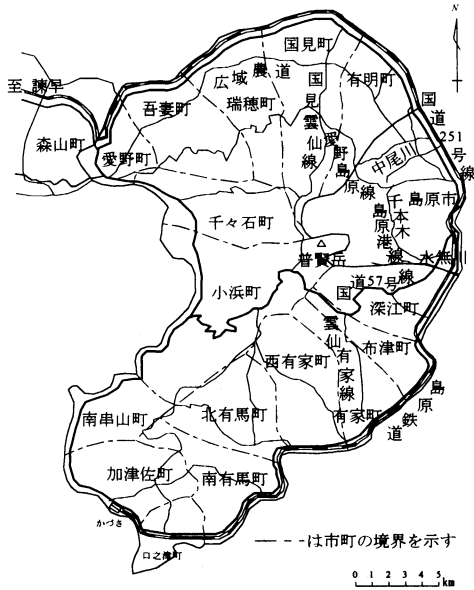


図-1 島原半島の道路網

## 2. 島原市の交通の現状

島原半島の主要幹線道路は国道57号および国道251号の2路線で構成されており、幹線道路として主要地方道・県道および市道等が東西および南北方向の交通を支えている(図-1)。

国道251号は島原半島を環状に結ぶ最も重要な路線で、特に県主要部への連絡をほぼ全面的に支えている。国道251号は、島原市街地を通過する骨格道路であるが、2車線であるため渋滞しやすく、災害時の避難道路としての機能に問題がある。国道57号は島原半島の観光の拠点である雲仙と島原市を結ぶ観光道路として重要な役割を果たしている。国道251号沿いに私鉄島原鉄道が諫早～加津佐78.5kmを結んでいる。道路の整備が不十分な島原半島では、島原鉄道は定時性が保証される交通機関として、通勤、通学、観光の足として重要な役目を果たしてきた。

## 3. 災害の経緯と道路および鉄道の被害の概要<sup>3)</sup>

表-1に雲仙普賢岳の火山災害における災害の発生状況、砂防事業および道路・鉄道の被害と復旧の一覧を示す。表-1に示すように、平成2年11月17日に雲仙普賢岳が198年ぶりに噴火したが、火山活動そのものはすぐには活発化しなかった。平成3年2月12日の再

噴火による雲仙岳周辺の火山灰の堆積で、土石流の発生が心配されたために、長崎県は雲仙岳緊急火山対策検討委員会を設置して水無川の土石流対策を実施した。除石による河積の確保のほかに、流木が橋桁に堰き止められるのを防ぐために高欄が撤去された。この対策によって5月15日からの土石流の発生には、対応することができた。5月19日には水無川上流域の市道の筒野橋および農業用の橋梁が流失した。この土石流発生日には、橋梁の流失による2次災害を防ぐため平原橋が撤去された。しかし、普賢岳の有史以来の火山活動に記録されていない火砕流が5月24日から水無川方面に頻発し、6月3日の大火砕流で43人の人的被害が発生した。

このような火砕流、土石流の発生に伴って、図-2に示すように、水無川流域の国道251号・国道57号からなる幹線道路および島原鉄道がたびたび全面通行止めおよび一時通行止めになった。火砕流による交通施設の被害はなかったが、6月7日に設定された災害対策基本法に基づく警戒区域に含まれて水無川流域の道路および鉄道が全面通行止めになった。一方、土石流に対しては、土砂堆積、路肩の洗掘、橋梁の流失などの具体的な被害が発生した。

平成4年暮れには、噴火活動に終息の兆しがみられ、平成3年12月に全面開通していた国道251号、島原鉄道の他に平成4年10月には、国道57号も使用可能となった。しかし、平成5年には雨が多く、第11ドームからの火砕流の発生に伴って、大量の火山灰が普賢岳・眉山に堆積した。土石流が平成5年4月28日～8月20日にかけて頻発した。このため水無川流域の国道251号および島原鉄道が土砂に埋没した。7月4日の土石流発生の際、泥石流が中尾川の下流域の国道251号に初めて流入し、通行止めになった。このとき国道251号は水無川と中尾川で同時に通行止めになり、さらに島原鉄道も運行中止となり、島原市が一時完全に孤立した。以降7月17日、8月20日にも孤立した。このような道路・鉄道の陸上交通の代替として水無川と中尾川流域で海上代替輸送が行われた。水無川流域では国道251号に土石流による流出土砂が多量に堆積したが、橋梁の流失は免れた。しかし、補強した国道57号の水無川橋は流失した。

平成6年以降、火山活動は落ち着いた状態を保っており、平成7年3月には噴火活動の停止が確認されている。

表-1 雲仙普賢岳の火山災害における道路・鉄道被害一覧

年月日	噴火活動など	災害継続の状況	砂防事業（水無川流域）	道路・鉄道の被害と復旧
H2				
11.17	・198年ぶりに噴火			
H3				
5.15	・水無川で土石流発生		・既設砂防ダム5基の緊急除石に着手(5.18)	・市道の筒野橋流失 (5.19)
6.3	・火砕流発生			・水無川橋面で国道および鉄道が全面通行止め (6.7)
6.8	・火砕流発生			
6.30	・水無川で土石流発生			・海上代替輸送（水無川流域）実施(6.10～10.24)
9.15	・火砕流発生			・国道251号(12.20), 島原鉄道(12.27)再開
H4				
8.8～15	・水無川で土石流発生	水無川方面の火砕流	・砂防施設計画基本構想公表(2.22) ・1号遊砂地着工(3.24) ・2号遊砂地着工(4.1)	・緊急連絡橋(水無川)完成(6.7) ・国道57号の迂回路一部開通完成(8.11) ・国道57号504日ぶりに全面通行再開(10.19)
H5		水無川の土石流		
4.28～5.2	・水無川と中尾川で土石流発生以降8月20日まで頻発	中尾川方面の火砕流	・3号遊砂地着工(1.10) ・緊急応急対策工法検討委員会(5.14,6.17)	・国道57号および島原鉄道再び長期閉鎖通行止め (4.28～ ) ・海上代替輸送（水無川, 中尾川流域）実施(6.20～9.30)
6.23	・中尾川方面に火砕流発生	中尾川の土石流		・国道251号が水無川および中尾川で寸断, 島原市一時孤立(7.4, 7.17, 8.20)
8.19～20	・眉山六溪で土石流発生		・仮設導流堤着工(8.5)	・緊急連絡橋（中尾川）完成(10.29) ・島原築工道路工事着手(11.11)
H6				
2.6	・湯江川方面に火砕流発生		・無人化試験施工開始(3.1) ・仮設導流堤完成(7.31)（警戒区域内有人施工） ・3号遊砂地無人化除石開始(10.1) ・恒久導流堤着工(10.1)	
H7				
5.25	・噴火活動の停止		・水無川1号砂防ダム建設着工(10.28)	・国道251号水無川橋の架け替え工事完成(4.11) ・国道57号670日ぶりに全面通行再開(4.28) ・島原鉄道約1年ぶりに全線開通(4.1)
H8				

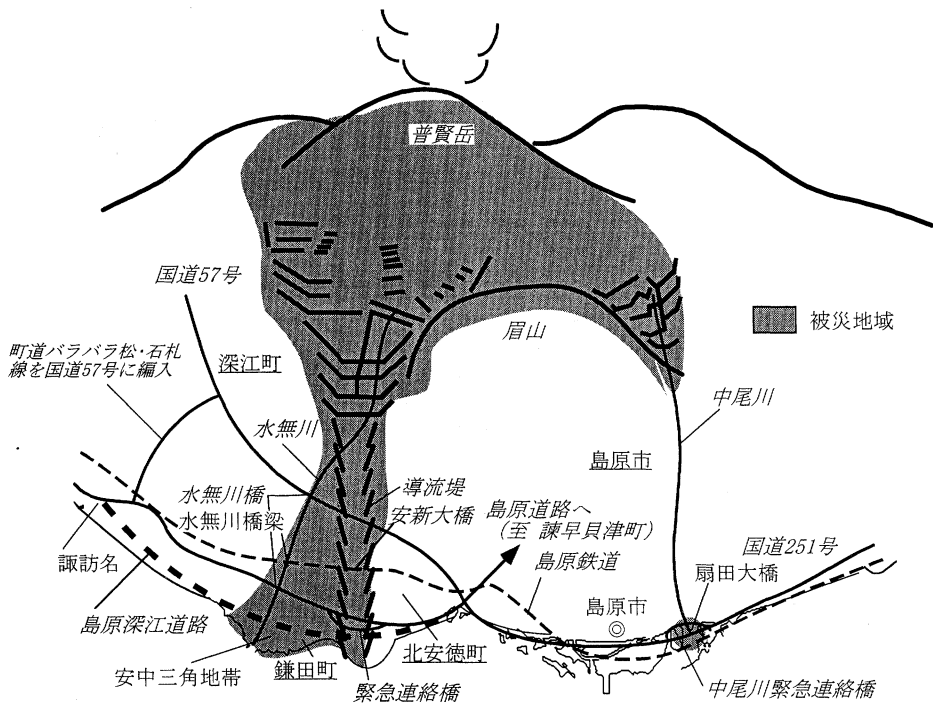
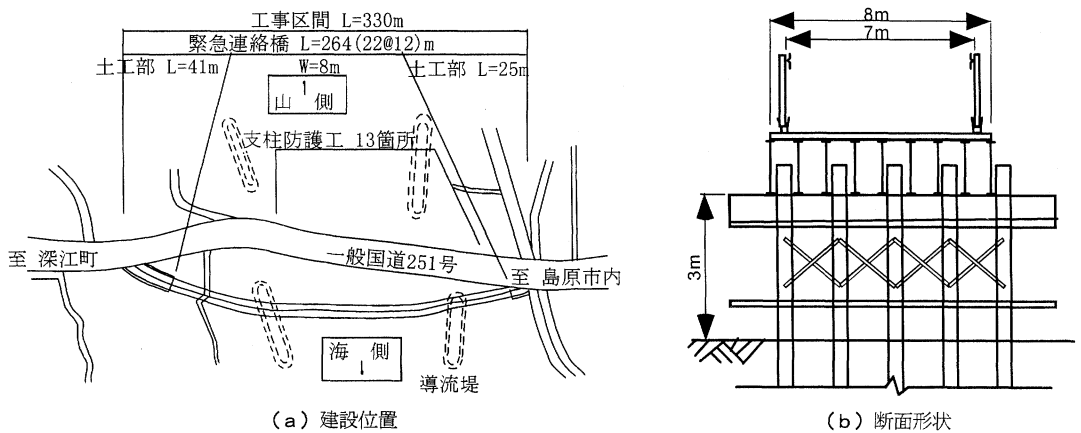


図-2 雲仙普賢岳の火山災害に伴う被災地域と交通対策



(a) 建設位置

(b) 断面形状

図-3 水無川流域の緊急連絡橋

#### 4. 道路および橋梁の応急緊急対策

##### (1) 水無川流域 (平成3年～)

今回の雲仙普賢岳災害では、土石流(泥流)が度々発生し、国道251号に土砂が堆積し、通行止めとなることが続いた。道路管理者の長崎県は道路の応急復旧に追われた。土砂が路面に堆積すると、土砂の撤去のため国道の閉鎖が3～5時間続いた。また、平成3、4年

の土石流の発生が、休日や夜間に集中し、人員の確保に困難をきたした。長崎県は土石流の応急対策として遊砂地の建設を急いだが、小さい雨量で土石流(泥流)が発生し、国道251号上に堆積したため、島原半島南北の通行が止まり住民の通勤、通学に支障をきたした。

このため長崎県は、平成3年6月30日以来土石流の流路となっている国道251号の北安徳町と鎌田町を股ぐ緊急連絡橋(仮橋T-20)を建設した。平成4年4月

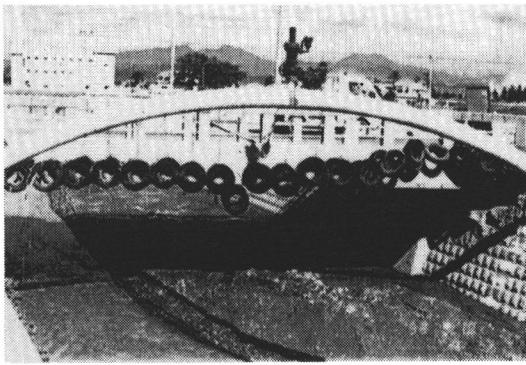


写真-1 国道251号扇田大橋への応急対策

28日に着工し、本格的な梅雨入り直前の6月7日に完成した。この緊急連絡橋の建設位置は、国道251号に沿った海側で、全長330m、幅員5.5mである(図-3(a))。このうち、264mの区間が土石流を避けるために高さ3mの鋼製の高架橋で、床版部は鋼製覆工板、桁はH型鋼を使用している(図-3(b))。23本のH型鋼橋脚の上流部には直径1.5mの巨石の衝突にも耐えるように防護柵を11箇所設置した。事業費は3億2千万円で半額は国庫補助を得た。当初3年間設置する予定で建設され、事業費には撤去費も含まれている。橋梁としては登録されず、あくまでもバイパス(緊急時の迂回路)と位置付けられている。仮設構造物であるため許容応力度が1.5倍割増されている。このため、常時の供用は認められていない。

土石流などの災害発生後あるいは発生の恐れがある場合に、この緊急連絡橋は国道の復旧作業をしている間のバイパスとして一般車両を通過させ、通常は閉鎖されている。警戒区域の解除によって水無川に堆積した土砂が除去されると、土石流は水無川方向に流れるようになったため、この緊急連絡橋が使用されることは少なくなった。導流堤の工事が始まると、工事用の迂回路として活用されている。

## (2) 中尾川流域(平成5年7月～)

平成5年7月4日には中尾川流域で発生した土石流によって、国道251号の扇田橋付近で冠水して、約1kmにわたって2万2千 $\text{m}^3$ の土砂が堆積した。長崎県は国道251号の扇田大橋(PC T桁橋、橋長11.8m、幅員5.5m)の流失に備えて、長崎県大村市の陸上自衛隊に同隊が所有する緊急仮設橋の配備を要請した。また、応急対策として、扇田大橋の上流側に古タイヤを写真-1に示すように取り付けた。大きな石が流れてきて橋桁に衝突した場合の衝撃力を和らげるための工夫である。

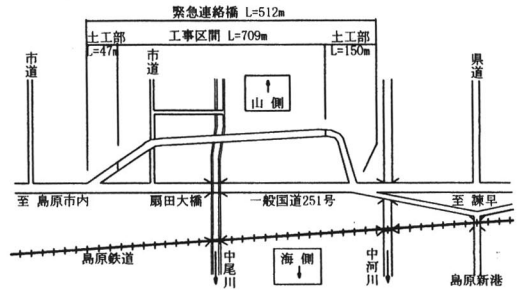


図-4 中尾川流域の緊急連絡橋の建設位置

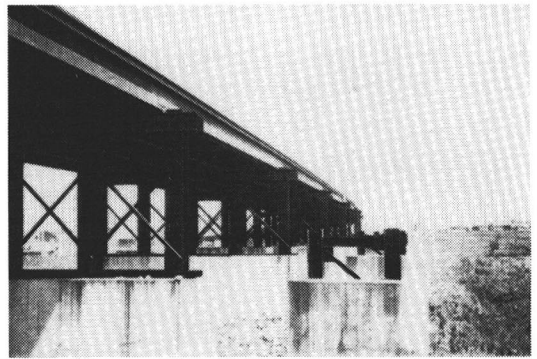
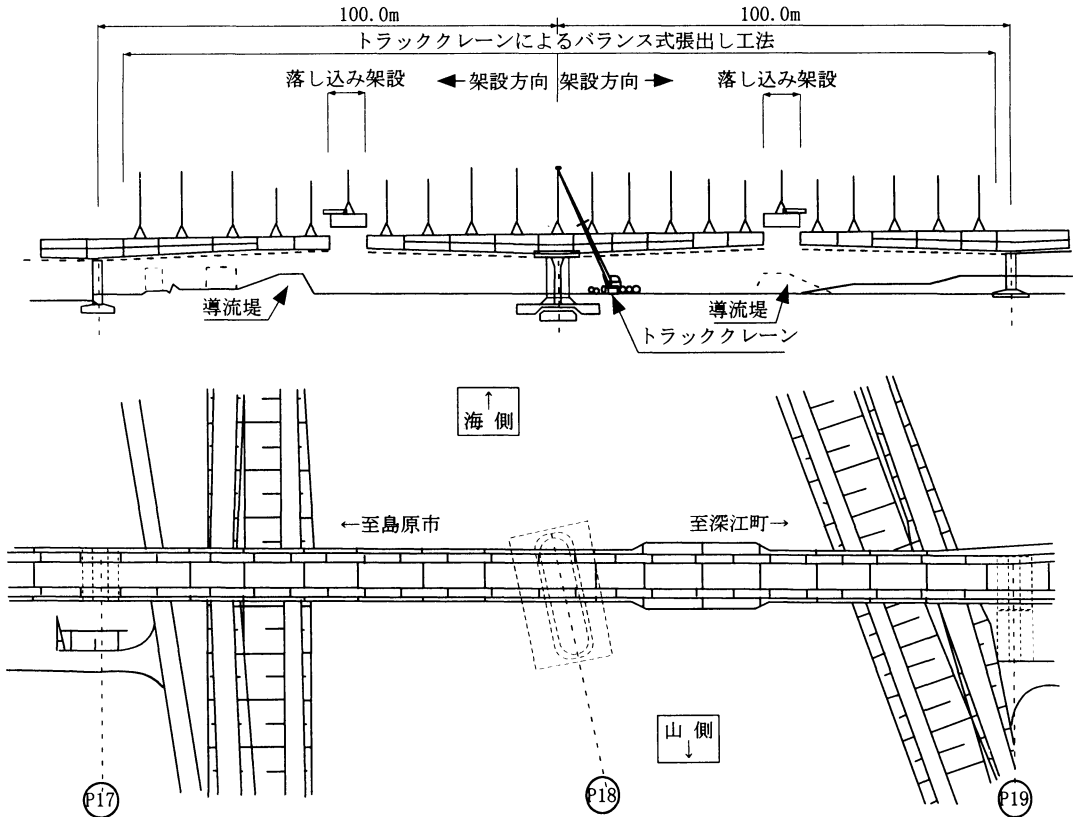


写真-2 国道251号緊急連絡橋(中尾川)

長崎県は中尾川を股ぐ形で国道251号の上流側100mに緊急連絡橋の建設を決めた(図-4)。緊急連絡橋は盛り土方式の取り付け道路の部分も含めて全長709mで、全幅7mの2車線、橋脚の高さ3mの鋼桁である。橋梁の使用材料は水無川流域の緊急連絡橋と同じである。平成5年7月5日に計画が発表され、8月中旬に着工され、10月29日に完成した。総工事費は約7億3千万円だった。その後中尾川流域には下流部までに及ぶ土石流は発生せず、この緊急連絡橋は土石流の恐れのあるときなどに数回使用された。今後中尾川の拡幅などの河川改修が行われる際に国道251号の代替道路として活用されることが予想される。写真-2は中尾川を股ぐ国道251号の緊急連絡橋で、上流側には巨石の流出に備えて橋脚を守るための防護柵が設置されている。

## (3) 国道57号(平成3年～)

国道57号は警戒区域の水無川の流域に含まれているため、全面再開には1年以上を要し、平成4年10月6日に、国道57号島原-深江の通行が再開された。国道57号の水無川橋付近は土石流の流動区域で、平成3年5月から平成5年4月までは橋梁の被害は見受けられなかった。しかし、平成5年4月末から5月始めにかけて連続して発生した土石流によって、水無川流域の



図一五 島原深江道路の導流堤部分の施工方法

被害が拡大し、国道57号の水無川橋（PC T桁、橋長20.0m、幅員11.0m（車道7.0m、歩道2m×2））の橋桁の一部が損傷した。事態を重視した建設省長崎工事事務所はH型钢3本を橋桁の上流側に設置するなど補強した。しかし、平成5年6月18日の土石流で水無川橋が決壊し、全面通行止めになった。しかも、6月26日に継続時間2分40秒の火砕流が発生し、火砕流の先端が初めて国道57号を越えた。国道57号は警戒区域に含まれ、再び完全に封鎖された。

平成7年3月31日の水無川流域の避難勧告地域の解除に伴い、建設省長崎工事事務所は、国道57号の通行再開に向けて、流失した水無川橋に代わる応急組立橋（橋長40.0m、幅員6.5m、事業費830万円）を整備した。復旧工事は4月3日に着手され、4月28日に約670日ぶりに通行が再開された。しかし、国道57号が導流堤の河床部分にあるため連続雨量が昼間で8mm、夜間で5mmになれば通行止めになり、その日数は1年間に40日にも達した。また、この仮設橋は観光バスなどの大型車の通行ができない状況にあった。

その後、建設省は本復旧が終わるまで平成7年4月

に架設した水無川仮設橋を大型車が通れるように架け替えた。長さ47mの仮設橋は大型車両が通れるように幅員を1m広くして7mとし、下流側に幅1.5mの歩道も取り付けられた（トラス橋、橋長47.0m、幅員8.5m、事業費1億1,000万円）。平成8年8月から供用されている。

## 5. 道路および橋梁の恒久対策

### （1）恒久対策「島原深江道路」<sup>2)・4)</sup>

国道57号が警戒区域に含まれたままで、また、緊急連絡橋が完成した国道251号も、平成4年8月12日には水無川から溢れた土砂に埋没するなど、島原と深江を結ぶ2路線は災害に弱い道路構造であることが明らかになった。建設省はこの2路線とは別に、安全な通行を確保し地域の復興の基盤とするため、本格的な幹線道路を緊急に整備することにした。建設大臣が平成4年9月24日に島原市と深江町を視察した後に土石流対策として、建設省の直轄事業で国道251号のバイパス道路「島原深江道路」の建設に着手する方針を明らかにし

た。

この島原深江道路は、国道251号より海側に水無川を股いで島原市と深江町を結ぶ総延長約4.6kmで、土石流に対して安全な高架橋である。幅員は20.5m、4車線で、高速道路並みの規格（設計速度80km/h）を持つ。鋼桁の部分約2,640m、コンクリート桁の部分約1,590mである。現場の工期を短くするために水無川流域では鋼桁が採用されている。その後、この国道251号バイパスの構想は、直轄の国道57号のバイパスとして位置づけられ、着工されている。完成を早急にするため暫定2車線供用する計画で、事業費は約240億円である。コンクリート製の橋脚は景観的にも配慮された色彩・デザインになっている（写真-3）。橋脚は幅に比較して高さが低いため、縦方向のラインを強調するストライプラインを設けている。鋼橋の色は建設省雲仙復興工事事務所が設置した景観委員会で決められ、青竹色（ターコイズグリーン）となっている。

島原深江道路の橋種はスパン32～33mの3径間連続非合成钣桁橋であるが、河川部および導流堤部は連続鋼床版箱桁橋が採用された。特に導流堤部分は6径間連続変断面鋼床版箱桁（橋長431m、幅員10.5m）の高架橋が建設された。

土石流の影響を考慮する必要がない導流堤の外側の側径間の架設は、支保工（ベント）を用いたトラッククレーン・ベント式工法が採用されたが、土石流の影響を考慮する必要がある導流堤の内側の中央径間（100mの2連）の架設は、支保工を用いずに土石流が発生する恐れがある場合に、即退避可能なトラッククレーンによるバランス式張り出し工法が用いられた（図-5）。バランス式張り出し工法は橋脚に桁受け架台およびアップリフト止めの設備を取り付けて、この桁受け架台上に主桁を固定し、両側に箱桁を張り出していく工法である。写真-4のように、大型クレーン2台を用いて、両側同時に同じ荷重をかけて、架設された。なお、導流堤内の橋脚は土石流の影響を避けるために、周りに逆T式擁避の防護工を設けて橋脚を保護している。なお、島原深江道路の建設では現場において建設省建設コスト削減施策による橋梁の製作の省人化・省力化に向けた建設省九州地方建設局で初のガイドライン設計モデル工事が実施された。

諫早方面の幹線道路が現在の2車線の国道251号1路線では、災害時の避難道路としても不十分であり、諫早方面への規格の高い新規道路の必要性が今回の災害を契機にさらに高まった。島原深江道路は、諫早方面への地域高規格道路の一部として位置づけられ、延伸の計画が発表されている。

## （2）国道251号

水無川流域や中尾川流域では、国道251号は砂防工事、河川改修、嵩上げなどの防災・復興事業に合わせた道路整備が行われる予定である。先行的に行われた水無川拡幅工事で、国道251号水無川橋の架け替えが行われ、平成7年4月11日から供用を開始した。旧水無川橋よりも約18m長く、桁下からの川底までは、約10mクリアランスが確保されている。

写真-5は土石流に橋桁ごと埋まった旧水無川橋（TL-20、2径間プレテンT桁橋、橋長40.4m、幅員6.5m）である。度重なる土石流による埋没で橋桁の損傷が目立つ。土石流によって上流の国道57号や広域農道の橋脚は流失したが、下流部のこの橋は流失を免れた。しかし、水無川の堤防の2m嵩上げや拡幅に伴いこの水無川橋は撤去された。架け替え中には、上流部にトラス橋（TL-20、橋長65.0m、全幅9.5m）が設置された。その後、嵩上げ・拡幅された水無川に対して本復旧の水無川橋（TL-20、ポステン単純箱桁、橋長58.2m、幅員6.5m）が架設された。導流堤（幅約140m）や中尾川（幅約80m）の部分でも橋梁が新設もしくは架け替えられる予定である。

## （3）国道57号

国道57号の島原～深江間は長期間にわたって警戒区域に含まれたが、警戒区域解除後、島原～雲仙の交通路として使用されている。導流堤の内部に道路の一部が含まれているため、この国道57号の山側ルートの本復旧しないのかははっきりしない状況が続いた。「国道57号に問題があることから代替ルート島原深江道路を整備中である。現国道57号を本復旧すると二重投資になる」との認識があったと判断しているが、現国道57号が観光地雲仙の温泉街への最短ルートであることから、地元の要望が強く水無川橋災害復旧事業として認められ、本復旧がなされることが決まった。

復旧がなされる区間は島原市と深江町を結ぶ延長850mで、水無川と導流堤（幅約160m）を股ぐ高架橋が架けられる。建設省の計画によれば橋梁の部分の長さ325m、このうち水無川の部分は土石流で流失した元の橋より7m高く、また導流堤部分は河床から15mの高さになる。この導流堤部分には橋長147mのニールセンローゼ桁（幅員11.0m、車道8.0m、歩道3.0m）が架けられることになっている（図-6）。水無川の部分には2径間連続鋼床版箱桁が架設される予定である。平成8年1月17日にこの計画が発表され、平成11年3月の完成を目指している。事業費は取り付け部を含めて50億円で、平成8年3月に一部発注されている。

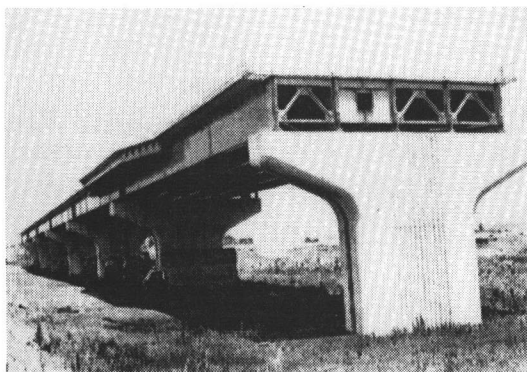


写真-3 島原深江道路の高架部 (安中地区)

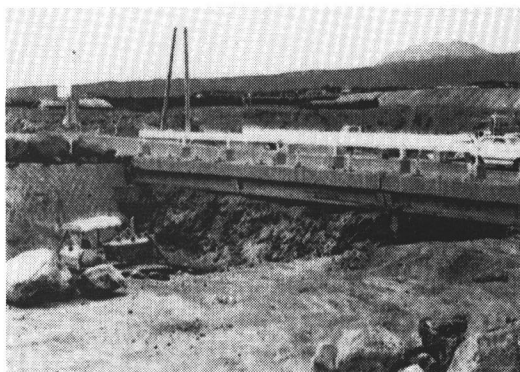


写真-5 土砂に埋まった国道251号旧水無川橋 (水無川)

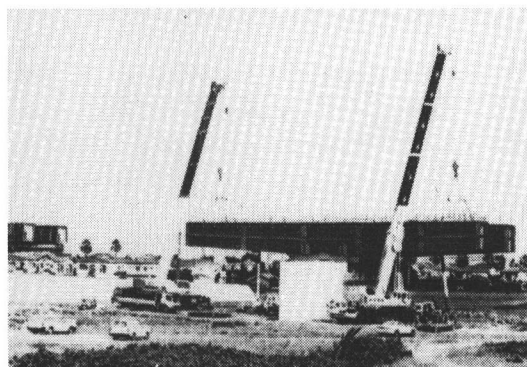


写真-4 島原深江道路の導流堤内のバランス式張り出し工法

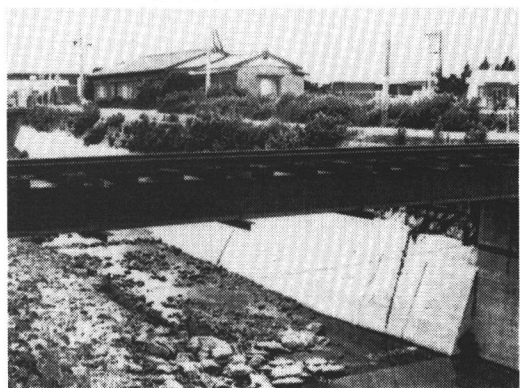


写真-6 島原鉄道中尾川橋梁の仮橋 (中尾川)

架設に対しては導流堤内では土石流の流下が考えられるため、支保工を用いないケーブルエクシジョン斜吊り工法でアーチ部材を架設する。アーチ部材が完成すると、ケーブルクレーン設備を解体し、自立したアーチ部材から直吊り設備を用いて、補剛桁部材を退避が可能なトラックレーンにより吊り下げていく予定である。なお、導流堤内の橋脚には土石流に対する防護工が設置された。防護工は土石流の衝撃力を用いて設計されている。

## 6. 島原鉄道の被害と応急・恒久対策

### (1) 島原鉄道の被害

島原鉄道の線路は、平成3年6月30日の水無川の土石流で350mの長さにはわたって被害を受けた。島原鉄道は警戒区域が避難勧告地域に規制緩和された平成3年11月4日から、災害復旧工事に着手し、平成4年12月27日に全線復旧した。しかし、平成5年4月28日の大規模な土石流災害を始め4月から7月にかけて数次に亘る土石流災害により、安徳駅-瀬野深江駅(L=1.25km)が再び甚大な被害を被った。水無川の島原鉄

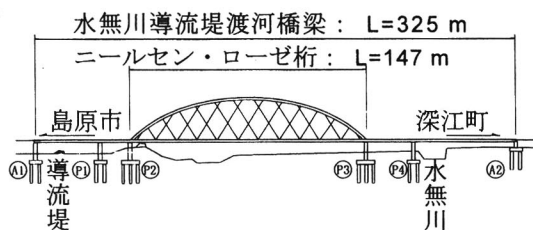


図-6 国道57号水無川および導流堤断面の橋梁の一般形状

道および周辺の地域の被害が甚大で、応急復旧は無理でこの地域の復興計画に合わせた整備が必要となった。このため、復旧までに時間を要した。島原鉄道の水無川橋は流失を免れたが、河川改修のため撤去された。河川改修後、恒久対策としての橋梁(トラス橋)が架設された。このため、島原外港駅-深江駅(L=6.4km)の運休が平成9年3月31日まで続いた。

島原鉄道の軌道は、中尾川流域においても土石流の堆積のため、平成5年7月に一時不通になった。しかし、中尾川橋梁(上路式鋼I桁, 5.03m, 5.70mの単純桁)の橋脚や橋梁の流失は免れた。しかし、橋脚に流木などが堰き止められて、冠水被害が生じるおそれ





写真-7 島原鉄道の仮設高架橋梁（中尾川）

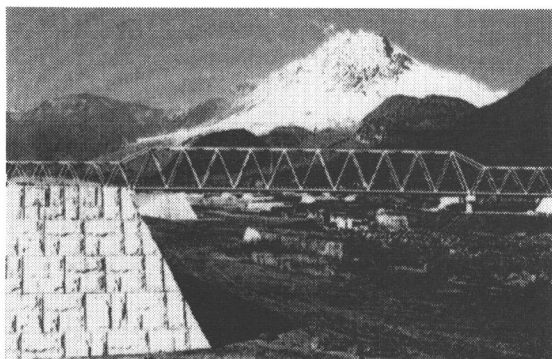


写真-8 導流堤を股ぐ島原鉄道安新大橋

から橋脚が撤去され、H鋼組桁桁（橋梁長：11.0m）が仮設されている（写真-6）。中尾川の改修事業に伴って、川幅が11mから80m程度拡幅される計画になっている。河川改修に先立って、土石流による被害や土石流拡散のおそれをなくすために、現在地より40m下流に線路を移設し、高架の仮橋（全長490m、最大高さ6.5m）が建設された（写真-7）。

## （2）恒久対策に向けての動き

島原鉄道では、被災区間の恒久対策として水無川をはさんだ約2.6km区間島原外港駅-深江駅を高架方式による復旧計画の策定に着手した。水無川流域では導流堤、安中三角地帯の嵩上げ、水無川の拡幅の復興の公共事業が行われるので、原因者負担の原則があてはまるため、補償事業および災害復旧事業による復旧が図られた。

詳細設計が完了し、平成7年6月15日に島原鉄道と建設省が高架化事業について基本協定を組んだ。総事業費は約30億円で、このうちの建設省の関連予算は約25億円となる。幅約160mの導流堤を股ぐ形で架けられる安新大橋は、3径間連の鋼下路トラス橋（55m, 116m, 54m）で中央部の橋長は116mで、九州一である



写真-9 導流堤下流域の空撮  
（建設省雲仙復興工事事務所提供）

表-2 火山災害時の交通対策の分類

区分	内容
火山災害発生 （火砕流・土石流）	交通規制 全面通行止め （警戒区域）
応急対策 （1ヶ月以内）	海上代替輸送 迂回路による代替バス 橋梁の補強
緊急対策 （2ヶ月～3年）	安全管理システムのもとでの通行規制 緊急連絡橋 渋滞監視装置 道路情報板 道路診断 国道のバイパス建設
恒久対策 （3年～）	島原諫早道路 （地域高規格道路） 国道251号の本復旧 国道57号の本復旧 島原鉄道の嵩上げ

（写真-8）。平成7年7月9日に復旧工事に着手した。本橋の架設工事は、出水期を避けて実施された。島原鉄道の水無川橋梁（下路式プレートガーダー橋、橋長33.8m）も水無川の拡幅・嵩上げに伴い新橋（下路式トラス橋、橋長70.0m）に架け替えられた。このように、国や長崎県の公共事業に島原鉄道の復旧事業が組み込まれた。道路整備が不十分な島原半島における鉄道の重要性を示すとともに、鉄道の復旧を願う関係者の努力が実った結果といえる。平成9年4月1日に島原鉄道は約4年ぶりに全線開通した。

写真-9は水無川下流域の導流堤付近の空撮を示す。導流堤を股ぐトラス橋が島原鉄道の安新大橋である。下流部は国道251号と緊急連絡橋である。導流堤の部分幅は約140m～180mあり、島原鉄道以外の国道251号、広域農道などの道路の橋梁も新設される予定である。

表-4 水無川・中尾川を横断する橋梁の架設状況

橋梁名	( )内:2回目の架替		
	河川改修前	河川改修後	応急復旧・架替中の仮橋
国道251号	形式:2径間 プレテン桁橋	形式:ポステン単純箱桁	形式:トラス橋
水無川橋	橋長:40.4m	橋長:58.2m	橋長:65.0m
道路橋	幅員:6.5m	幅員:6.5m	幅員:6.5m
島原鉄道	形式:下路式プレートガーダー	形式:下路式トラス橋	
水無川橋	橋長:33.8m	橋長:70.0m	
国道57号	形式:PC T桁	形式:鋼床版箱桁など	形式:応急組立橋(トラス橋)
水無川橋	橋長:20.0m	橋長:325.0m	橋長:40.0m (47.0m)
道路橋	幅員:11.0m	幅員:11.0m	幅員:6.5m (8.5m)
島原鉄道	形式:上路式I型桁	形式:ポステンPC単純桁	形式:H型鋼仮桁
中尾川橋	橋長:5.03m, 5.70m	橋長:82.8m	橋長:11.0m

表-3 橋梁の応急・緊急・恒久対策の一覧

応急対策	緊急対策	恒久対策
<ul style="list-style-type: none"> <li>高欄・橋脚の撤去</li> <li>橋脚の撤去</li> <li>橋桁の補強</li> <li>衝撃防止用タイヤの取付</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急連絡橋</li> <li>応急組立橋</li> <li>仮設高架橋</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高架橋</li> <li>長大橋</li> </ul>

## 7. 橋梁の応急・緊急・恒久対策のまとめ

今回の災害では、交通の確保がきわめて重要な問題であり、関係機関は応急、緊急、恒久対策に懸命な努力を重ねた。道路および島原鉄道に関する応急・緊急・恒久対策をまとめると図-2、表-2のようになる。

以上に述べた雲仙普賢岳の火山災害の橋梁の応急・緊急・恒久対策についてまとめると表-3の結果を得る。水無川および中尾川を横断する主な橋梁の架け替え状況および計画をまとめると表-4に示すようになる。

土石流対策から橋脚を設けることができないため、1スパンの橋梁に架け替えられている。河川の拡幅に伴って橋長はかなり長くなっている。また、導流堤(幅140~160)を股ぐ橋梁は導流堤部分だけでなく、アプローチの部分も高架橋を建設する必要がある。

火山災害が始まってからでは、応急対策に追われて本復旧までには時間がかかり、地域に大きな影響を及ぼす。火山災害の恐れがある地域では道路・鉄道を守るために、土石流対策を行っておくことが必要である。最近では、活火山ごとにハザードマップが作成されつつあるので、これを基に道路・鉄道の火山災害対策を立案しておくべきである。

表-5 水無川、導流堤および中尾川を横断する道路・鉄道の  
の一覧

河川名	道路・鉄道名
水無川	島原深江道路, 国道251号, 国道57号, 広域農道, 島原鉄道, 市道
導流堤	島原深江道路, 国道251号, 国道57号, 広域農道, 島原鉄道, 市道
中尾川	地域高規格道路, 国道251号, 県道野田島原, 島原鉄道, 市道

## 8. 今後の橋の建設への期待

今後の復興事業の進展にともなって、水無川、中尾川、導流堤部分には、島原深江道路、地域高規格道路「島原道路」、国道57号、国道251号、広域農道および市道の橋梁が表-5に示すように架設することが予定されている。

合計20数橋以上の橋が建設されると考えられるが、橋長60m以上200m程度のかかなり長い橋梁が架設されることが予想される。架設可能な橋として連続桁、トラス橋もしくはアーチ橋(ニールセン、ランガー)が挙げられる。また、工期の短縮から一括架設が可能な鋼橋となることが考えられる。これらの橋梁群は長崎県下の陸域では有数の長さを持つことになる。しかもまとまって存在し、水無川および中尾川下流、中流部の都市景観を形成する大きな要素になりうる。現在建設中の水無川下流部の島原深江道路の橋脚および橋桁は景観的にも配慮された優れた設計となっている。しかし、河川や導流堤を股ぐ橋は、防災工事に伴う補償工事として架設されるため、工事費が安い橋が架げられると聞いている。橋梁の本体の計画変更は無理かもしれないが、高欄や照明灯等で工夫し、地域復興のモニュメントとなるような整備が望まれる。また、橋梁からはいずれからでも溶岩ドームが眺められる位置にある。

このように考えると島原市の橋梁群は橋本来の役割はもちろんであるが、島原市の復興モニュメントおよび観光施設としても位置付けできる。今後の橋梁の計画にあたっては是非この観点を持つべきであると考え。そのためには次のようなことを検討して欲しい。

- (1) 高欄、照明灯等についての配慮
- (2) 色の統一（分類）
- (3) 愛称の募集
- (4) 歩道の取り付け（ドームの眺望や花火大会見物などのイベント、防災施設による地域の分断を防ぐため）

## 9. まとめ

本研究で得られたことを以下にまとめる。

(1) 道路の整備には時間がかかるため、火山災害が始まってからの抜本策の実施は不可能である。活火山をかかえる市街地では、災害履歴やハザードマップを十分に検討し、道路の整備（高架、地下）をしておくことが重要である。土石流の被害がどこまで広がるか不明な場合は、地下の出入口に土石流が流入するおそれがある。このような場合は高架橋梁が望ましい。

(2) 土石流に対する道路交通の確保の応急対策として橋梁が使用され、緊急連絡橋が土石流の流路となる道路を高架で股ぐように設置された。

(3) 土石流対策から橋梁は障害物になるおそれがあり、一方、交通対策から道路・鉄道の橋梁は一番の弱点となる。このため、道路・鉄道の管理者は橋脚や高欄の撤去、組立橋の手配を行う一方、橋梁の補強や衝

撃緩和対策を行った。

(4) 国道251号、国道57号および島原鉄道では、河川改修や導流堤の建設の復興事業に合わせて、土石流に強い高架の橋梁が架設されつつある。河川や導流堤内で橋脚やベントを用いるのを避けるために、長支間の橋が架設されつつある。また、供用しながら橋梁の架替えを行う必要があり、仮橋を設けて本復旧を図る必要があった。

(5) 島原市では水無川導流堤、中尾川流域では長大橋群が架設されようとしている。橋のネーミング、形式、色、歩道の取り付けなどを行い、復興のシンボルとなるような整備を行うことが望まれる。

本報告をまとめるにあたって、長崎県土木部道路建設課、建設省長崎工事事務所、建設省雲仙復興工事事務所および島原鉄道に資料および写真の提供を受けたことを付記する。

## 参考文献

- 1) 長崎県災害対策本部：長崎県災害対策本部基礎資料，全15頁，1996.4.23.
- 2) 建設省雲仙復興工事事務所：雲仙・普賢岳災害道路関係対策記録集，全50頁，1994.7.
- 3) 高橋和雄・藤井 真：長期化・大規模化した雲仙普賢岳の火山災害における道路・鉄道の被害と復旧，土木学会論文集，No.567/VI-35，pp.1～17，1997.6.
- 4) 建設省雲仙復興工事事務所：島原深江道路，開発往来，Vol.41，No.472，pp.44～55，1997.5.

(1997.6.5 受付)

## DAMAGE AND RECONSTRUCTION OF BRIDGES DURING VOLCANIC DISASTERS OF MT.FUGEN IN UNZEN

Kazuo TAKAHASHI, Makoto FUJII and Hiroshi NISHIMURA

The volcanic disaster of Mt.Fugen are prolonged and enlarged more than four years. Disaster prevention officials of roads and railway recognized the danger of the mountain erupting and considered counterplans to protect their facilities. They also considered emergency and permanent restoration plans after debris flows attacked their facilities. In this paper, emergency counterplan, damage and both temporary and permanent restoration plans of bridges of roads and railway to volcanic disaster of Mt.Fugen are reported and discussed.