

インドネシア・スマトラ沖地震，アチェ州道路・橋梁への被害に対する考察

(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル 正会員 ○中野 秀俊
 (株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル 正会員 脇田 雄一
 (株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル 正会員 松丸 亮

1. はじめに

インドネシア共和国アチェ州西海岸およびその州都バンダアチェ市は、2004年12月26日に発生した「スマトラ島沖地震・インド洋津波」により甚大な被害を受けた。特にアチェ州では津波による被害が大きく、史上最大の死者10万人を超える大災害になった。インドネシア政府の要請を受け、国際協力機構は、災害復興に関するニーズアセスメントに関する調査を実施した。調査団は被災地を2005年1月～3月に訪れ、詳細な被害状況の調査から今後の復旧・復興に関する提案までを行った。本稿では、特に道路・橋梁への被害に対する考察とその復旧に対する提案を述べる。

2. 被害状況

アチェ州西海岸沿岸地域およびバンダアチェ市内の道路・橋梁は住宅などと同じく非常に大きな被害を受けた。特に西海岸沿いを走り、バンダアチェとメラボを結ぶ西岸道路は全長 247km 中、損傷区間 126.7km(51.3%)、全壊区間 56.6km(22.9%)という壊滅的な被害を受け、82 橋梁(延長 2,348m)が寸断された(インドネシア公共事業省データ)。バンダアチェ市内も海岸線沿いを中心に大きな被害を受けている。以下に道路・橋梁に関する特筆すべき点について以下に述べる。

(1) 道路

津波との交差角

道路の被害規模を決めた大きな理由は津波との交差角と舗装面の周辺との標高差の2点である。バンダアチェ市内、西海岸道路ともに、津波と道路線形が直角に近い角度で交差し、周辺地盤から目視で 50cm 以上盛土された道路は損害が著しく大きかった(図1)。特に橋梁やカルバートへのアクセス道路は盛土が必然的に高く、河川に直角に交差している場合が多いため津波との交差角も限りなく直角に近い場合が多い。そのため津波からのエネルギーを受け流すことができず、まともに受けて大きな損傷を受けていた。中には舗装の表層が水平にずれ、道路脇に流れているところさえあった。(写真1)

斜面崩壊

西海岸道路の斜面では地震および津波による斜面崩壊が発生した。3/7 現在では全く処置は施されていないが、緊急復旧用の重機が通行することを考えると、土嚢などで斜面を保護する必要がある。(写真2)

(2) 橋梁

津波との交差角

橋梁の津波による被害は道路同様津波との交差角による損傷度の違いが見られた。津波との交差角が直角に近い橋梁は津波のエネルギーをまともに受けてしまい、上部工が押し流されていた。特に桁高の高いトラス橋での被害が目立った(写真3)。



写真1 西海岸道路の道路および舗装損傷状況



写真2 西海岸道路の斜面損傷状況

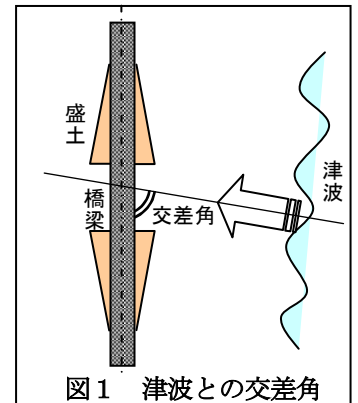


図1 津波との交差角



写真3 津波により流されたトラス

しかしながら、津波との交差角が平行に近かった橋梁には、同じトラス橋でも損傷度が小さく現在も通行可能なものもあった。（写真4）橋梁の被害で最も顕著であったのは橋台の背面盛土流出である。橋梁自体は部分的な損傷で済んでいる場合でも、背面盛土は津波により流され、応急的に瓦礫などを用いて復旧が施されていた。（写真5）



写真4 ほぼ無傷なトラス橋

上部工の移動

上部工が落橋しないまでも地震および津波により移動している橋梁も数多く確認できた。これらの橋梁は変位制限構造を始め、落橋防止システムが不十分であった。しかしながら、これらの橋梁は比較的新しく、下部工および主桁の状態は比較的良好であるため、主桁を元の位置に戻して補修することが可能である。（写真6、写真7）

3. 復旧・復興に関する注意点

舗装面と周辺地盤の標高差

道路網の再建では舗装面と周辺の標高差を少なくすることが現実的である。盛土を行う場合でもなるべく法面勾配を低く抑えることで、地震の揺れにも強く、津波のエネルギーも逃がす構造となる。今回の津波との交差角が直角に近い場所では盛土の高さと法面勾配の数値による基準化が望ましい。



写真5 背面盛土流出後の応急復旧箇所

舗装道路の維持管理

維持管理状態の悪い道路などでは舗装面と非舗装路肩の境界に段差が発生している場合が多い。雨水による浸食が主な原因であるが、この段差が大きかったために津波により舗装の表層が流された道路も散見された。再建後のこまめな維持管理が可能な体制を構築することが重要である。

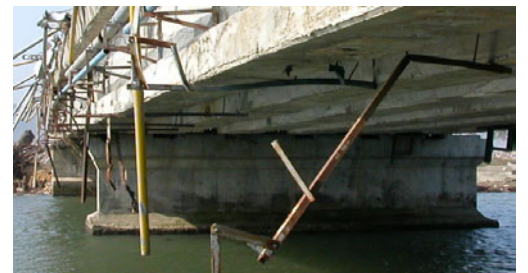


写真6 津波により上部工が移動した橋梁

法面勾配／保護

橋梁などのアプローチ道路は盛土高が高くなるが、法面勾配を一定の勾配以下に抑え、斜面保護を十分に施して津波に対する耐力向上を図ることが望ましい。

落橋防止システム

今回視察した橋梁では落橋防止システムとして桁かかり長のみを考慮したものがほとんどであった。バンダアチェ市内では変位制限構造が設置されている橋梁があり、この橋梁は上部工の移動もなく健全な状態で被災後も供用されていた（写真8）。復興のための橋梁には桁かかり長だけでなく変位制限構造や落橋防止構造など総合的な落橋防止システムを採用することが防災および被災後の道路ネットワーク確保からも重要である。



写真7 地震により上部工が移動した橋梁

4. おわりに

本報告は、(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルが実施した「防災分野プロジェクトのあり方研究」の一部として実施されたインドネシア現地調査(2005年1月から2002年3月)の結果の一部を JICA 地球環境部の了承を得て要約したものである。この場を借りて関係各位に御礼申し上げます。



写真8 変位制限構造が正常に機能した橋梁