

(158) 1994年北海道東方沖地震の道路被害について

北海道開発局 釧路開発建設部	切石 堯
北海道開発局 開発土木研究所	正会員 佐藤 昌志
北海道開発局 開発土木研究所	正会員 岩渕 武
(株)構研エンジニアリング	正会員 横田 寛

1. まえがき

1994年10月4日に発生した北海道東方沖地震(M=8.1、以下東方沖地震と略す)は関東大震災に匹敵する規模であり、北海道東部を中心に広範囲に被害をもたらしたが、前年の1月に発生した釧路沖地震(M=7.8)の後に対策工あるいは補修工を施した箇所(特に高盛土)ではほとんど被害を受けなかったか軽微な被害で済んだ。これは、地震発生時期の違い(凍結期と非凍結期)、地震動そのものの特性の違いなどであろうが、釧路沖地震の被害の教訓をふまえた対策のあらわれと考える。この対策工は地盤条件や盛土の材料特性に対処したもので特に耐震設計を考慮したものではないが、震度VI程度の地震に十分耐えることが立証された貴重な例と思われ、ここに紹介する。

2. 地震の概要

気象庁により「平成6年(1994年)北海道東方沖地震」と命名された地震の諸元は次のようであった。

発生 : 1994年10月4日22時23分

震央 : 根室市東方180km(北緯43°22′、東経147°40′)
深さ30km

マグニチュード : 8.1

余震域 : 色丹島沖、長さ約130km、幅約70km

この地震では北海道全域と東北、関東地方にかけて震度Ⅲ以上、特に釧路および厚岸で震度Ⅵの烈震を記録したほか北海道東部の6観測地点で震度Ⅴを記録した(図-1)。震源が比較的浅かったため、札幌管区気象台は同日22時28分に北海道太平洋沿岸に津波警報、オホーツク海沿岸に津波注意報を発令した。幸いにも北海道では震源にもっとも近かった根室市で173cmの潮位の上昇を記録したものの、津波による被害は比較的少なかった。しかし、道路・鉄道・港湾施設をはじめ、建物やライフラインには先の釧路沖地震を上回る被害が出た。また、より震源に近い北方四島では色丹島で10m以上の津波を記録したのをはじめ、9割の建物が倒壊したり道路施設、漁業施設に大きな被害を与え、寒さに向かう折り多くの住民が厳しい生活を強いられたことが報告されている。

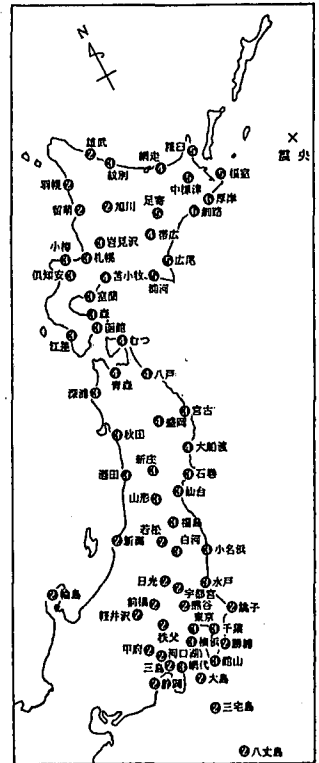


図-1 震央と各地の震度

3. 北海道東部の地形・地質

地震時の地盤の特性は地形・地質と密接な関係がある。釧路沖、東方沖地震により被害が集中した地域は北海道東部に分類されるが、地形・地質の観点から北海道東部は図-2に示すようにさらに3つのブロックに大別できる。各ブロックの地形・地質的特徴は以下に示すとおりである。

- ①ブロック； 第四紀更新世の釧路層群等を被覆する阿寒・屈斜路両火山碎屑流からなる鶴居丘陵と、泥炭地で形成される釧路湿原の地域
- ②ブロック； 根釧段丘のうち、更新世の粘土、砂礫を被覆する屈斜路・摩周両火山からの降下火山灰が厚く堆積する地域
- ③ブロック； 根室段丘のうち、白亜紀の泥岩を基盤とする地層が主体となる釧路市東部から根室半島にかけての太平洋沿岸地域

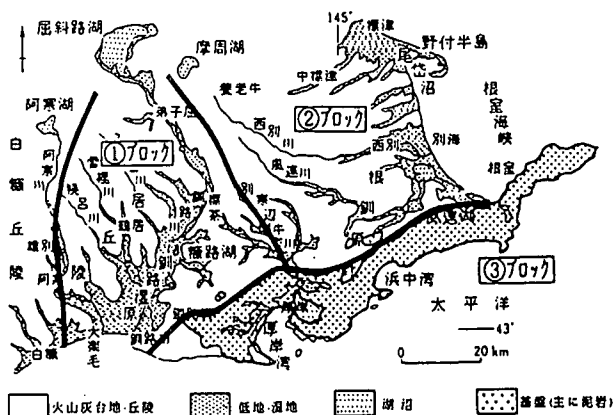


図-2 北海道東部の地質

4. 道路の被害

4. 1 被害の概要

東方沖地震による道路の被害は、釧路市北東方の根釧台地の広範な地域で数多く発生した（図-2の②ブロック）。被害は、盛土崩壊、路肩決壊、橋梁取付盛土の崩壊・沈下などである。また、一部の橋梁では支承部に破損を生じた。こうした被害は国道で11路線198箇所、道道では1,762箇所と関係機関で取りまとめられている。

4. 2 被害の特徴

被害の中心は盛土で、その特徴としては、

- (1) 地形的には丘陵地の沢地形部および丘陵地が低湿地帯に移行する地形変化点で発生している。
- (2) 地質的には、泥炭層を含む軟弱地盤上に施工された盛土部で被害頻度、規模が大きい。
- (3) 盛土材料として、ほとんどが火山灰質砂質土を使用している。

などがあげられる。これらは釧路沖地震における被害と共通した特徴である。

図-3に両地震による国道および道道の被災地点を示す。円の大小は被害の程度をあらわしている。釧路沖地震では釧路湿原を含む①ブロックに被害が集中していたが、東方沖地震では中標津町や別海町のある根釧台地に位置付けられる②ブロックで被害が多発した。②ブロックの地域では火山灰が厚く堆積した台地を多数の中小河川が洗削し、複雑に入り組んだ沢地形が広域に分布している。この河川流域は湿地帯となっており、数mの泥炭層が表層を覆っている。したがって、この地域の道路線形は台地から湿地部への移行がいたる所で見られ、大小の橋梁およびカルバートの設置箇所が多くなっており、地震動が複雑に盛土体に作用し、かつ盛土底面部の液状化発生等、地震に対して非常に弱い条件を備えているといえる。

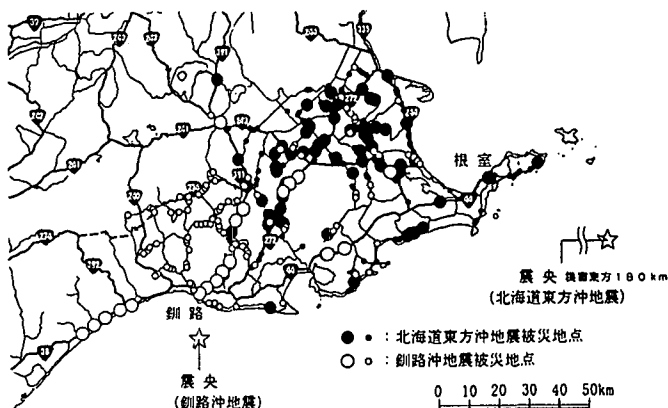


図-3 東方沖および釧路沖地震における主要道路被災地点

②ブロックでは河川は主に東西方向に流れており、したがって、谷地形を盛土または橋梁で渡る区間は南北方向となることが多く、大まかにいうと南北方向の道路で被災箇所数が多くなっている。国道をみると、東西方向の243号に比べて、北東-南西方向の272号で被災箇所がかなり多いことは、その区間の盛土状況を反映したものとみられる。また、国道44号のように震央により近いのに被害が少ないのは、その多くが基盤の根室層群の上に築造されたためと考えられる。

4. 3 被害の原因

盛土被害の原因をまとめると以下になる。

- (1) 盛土材料は地震に弱い火山灰質砂質土で構成されており、盛土内にその強度を上回るせん断力、引張力が発生した場合、容易に崩壊しやすい性状を有していた。
- (2) 道路盛土は線形上、盛土、切土と盛土の移行部、片切り片盛り等変化に富み、特に地形変化地点における盛土において、地山と盛土体の地震応答特性の相違によりその境界に大きな繰返しせん断力が作用し変状にいたった。
- (3) 地下水位が高い軟弱地盤上の低地部道路、および沢地形道路は、路体の沈下に伴い路体内の水位が上昇し、この部分の液状化による強度低下により段落ち等が発生した。

5. 釧路沖地震復旧対策工の検証

釧路沖地震における被害要因は以下のように総括できる。

- (1) 地下水浸透
- (2) 泥炭性軟弱地盤における盛土浸水部
- (3) 地盤条件の変化部

が強い地震動により液状化して道路変状を起こした。

このため、復旧対策工としては、

- イ) 部分的な崩れを防ぐ盛土補強工（ジオテキスタイル）
- ロ) 路体内に水位を上げない縦横断排水工
- ハ) 盛土のり尻保護のためのフトンカゴ
- ニ) 盛土を安定させる置換砂利基礎工

などを選定して施工を完了させているが、それら復旧対策工の概念図を図-4に示す。

これらの対策工が施工された箇所では、東方沖地震では周辺に比べて盛土の変形や亀裂はほとんど発生しなかった。この原因としてはまず第一に震源域の違いが考えられる。震源域は、東方沖地震では釧路沖地震よりもかなり東へ移動し、それに伴って被害の中心も東へ移動していることから推定されるように、そこでの震度は先の釧路沖地震時よりも小さかったと考えられる。そのほか、地震発生時期の

違い、地震動そのものの特性の違い、さらに地殻変動が道路被害に複雑に影響していることも考えられる。発生時期については、釧路沖地震が地盤表層の凍結のある時期（1月15日）に発生したのに対し、東方沖地震は凍結がない時期（10月4日）に発生している。地震動の特性については現状では明確な判断はできないが、波動特性の差が被害状況に影響を及ぼした可能性もある。また、東方沖地震では地表面の東方への変位（10～40cm）が観測されているが、釧路沖地震では報告されていないことから、地殻変動の有無も道路被害の形態に関係があることも考えられる。これらの点についてはいずれも現時点では明確ではなく、

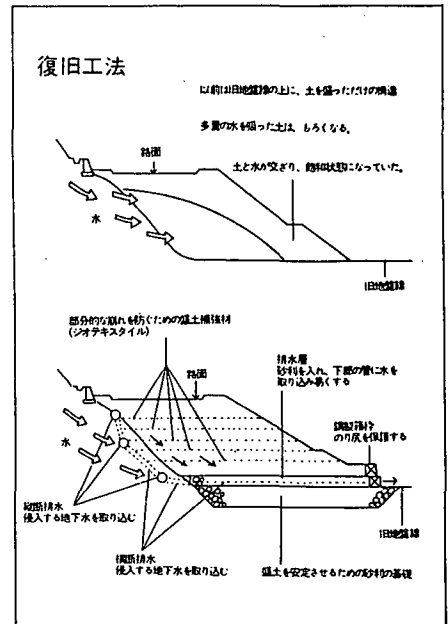


図-4 復旧工法概念図

今後の調査・研究が待たれるところである。

しかし、何よりも被害の要因となる地盤条件や盛土の材料特性などについて両地震の間で共通点が多く、そのため釧路沖地震での対策の効果がそのまま東方沖地震にも有効に働いたことがもっとも大きな要因と思われる。もちろん、上記の影響による被害形態の相違が考えられるため、釧路沖地震での考え方に基づいた対策の効果が全面的に検証されたわけではない。しかし、釧路沖地震時の崩壊現場の一つである国道272号標茶町東阿歴内は今回の被害地域に重なっていがらまったく変状は認められておらず、対策効果は確認されたとみてもかまわないと考える。

6. あとがき

盛土は適切な勾配を選択し、良好な施工を実施した場合、ある程度の地震には耐えられることが経験的にわかっている。したがって、万一崩壊すると隣接した建造物に重大な損害を与える場合や復旧に長期間を要する場合を除いては特に耐震設計を行っていないのが一般的であった。しかし、釧路沖地震、北海道南西沖地震、東方沖地震と続いた大地震により盛土が大きく崩壊し、かなりの期間にわたって交通が途絶する事例が相次いだ。

特に自然災害においては、同じような条件の箇所と同じような災害が発生することがこれまで繰り返されてきた。今回の盛土の崩壊についてもそのようなことがいえる。しかし、釧路沖地震で被災し、適切な対策を施した盛土にほとんど被害がなかったのは今後に示唆的な点が多いものと思われる。図-4に示した復旧工の基本的な考え方はいずれも耐震設計を考慮したものではない（ジオテキスタイルは、早急な交通解放を目指すため、冬期間という悪条件下での急速盛土の必要性から採用されたものである）。しかし、崩壊を発生させる地盤条件や盛土材料特性に対して何らかの対策を施すことは、常時にはもちろん、地震時（今回のような震度VI程度のものまでも）においても盛土の安定性を高める上で極めて有効であることが検証されたものと考ええる。今後、両地震での被害の事例をさらに集積し、非対策箇所での被害との相違を比較するなど細かく分析し、不安定要因を有する箇所での既設盛土の補強や新設盛土における対策工施工などこれからの防災上の資料として生かしていきたいと考えている。

参 考 文 献

- ・ 釧路市・釧路沖地震記録書作成委員会：平成5年（1993年）釧路沖地震記録書、1993年10月
- ・ 北海道開発局釧路開発建設部：釧路沖地震記録誌、1994年3月
- ・ 北海道開発局釧路開発建設部：平成5年釧路沖地震道路被害記録報告書、1994年10月
- ・ 北海道開発局開発土木研究所構造部構造研究室：平成6年北海道東方沖地震 速報、1994年11月
- ・ 和泉孝夫・林啓二・畑中弘・小馬谷寿次：北海道東方沖地震における道路盛土の被害状況、土質工学会北海道支部技術報告集第35号 pp.254～259, 1995
- ・ 土岐祥介・三浦均也・西村右敏：1994年北海道東方沖地震における被害の概要、土と基礎 Vol.43 No.4 pp.3～6, 1995
- ・ 西川純一・鎌田拓司・加治昌秀：1994年北海道東方沖地震における道路・鉄道・河川堤防の被害、土と基礎 Vol.43 No.4 pp.7～10, 1995
- ・ 日本の地質『北海道地方』編集委員会編：日本の地質1『北海道地方』、1990年7月