

V-20

釧路沖及び北海道南西沖地震とコンクリート被害の關係の考察

北見工業大学 正員 桜井宏
北見工業大学 正員 鮎田耕一
北海道大学 正員 佐伯昇
北見工業大学客員教授
(日鐵セメント㈱) 正員 藤田嘉夫

1.はじめに

1993年に北海道を襲った釧路沖及び北海道南西沖地震の二大地震は、尊い人、や人身、地場産業に与えた被害は大きく、土木構造物にも多数の被害を与えた。また、二つの地震の各々の特性から、コンクリート構造物に与える影響は各々特徴的なものがある。これらの規模や特性の地震が首都圏等の人口密集地帯の付近で発生した場合、その被害が著しいものとなることが懸念される。各種機関が調査や分析を行っており、これらより防災対策が検討されている。

本研究は、現地調査結果及び各種調査報告等を分析して、二大地震とコンクリートの被害の特徴や防災についての基礎的な考察を行う。

2.地震と被害の概要

2.1地震の概要

地震概要を表2.1に示す。

釧路沖地震の特徴を以下に示す。

- 1)震源位置が通常のM8クラスの地震に比べ深い。
- 2)断層サイズが同規模の地震に比べ小さく、断層破壊の継続時間が短い。
- 3)規模の大きい余震がほとんど発生していない。
- 4)主要動の継続時間が短く、硬質地盤上では10数秒程度である。
- 5)本地震における釧路地方台の強震計の最大加速度E-Wで922gal, N-Sで817gal, U-Dは467gal, 最大変位振幅(最大片振幅)は、E-Wで57mm, N-Sで111mm, U-Dで24mmあった。

なお、5)の加速度計の記録はデジタルの87型強震計によるもので同所に設置していた加速度計SM ACでは711galであり、最大加速度の値は極短期周期の成分に支配され、地震計の設置条件、地震計の感度特性、地盤の局所成分の影響を受けているので詳査が必要である。

北海道南西沖地震の特徴を以下に示す。

- 1)地震活動の低い地域で規模の大きな地震が大地震の空白域を埋めるように発生した。
- 2)津波マグニチュード8.1の大津波が発生した。
- 3)強い地震動、津波、山崩れ、火災等の災害が奥尻等に集中している。
- 4)本地震に於ける大きな加速度は、震源から約150kmの室蘭の地表でG(ERS-G型)でE-Wで215.3gal, N-Sで217.3gal, U-Dで100.2galであった。

2.2地震被害の概要

地震被害の概要を表2.2に示す。北海道南西沖地震は津波による被害が含まれているため、道路被害以外は、釧路沖地震を上回っている。

表2.1 地震の概要

	1993年釧路沖地震	1993年北海道南西沖地震
発生日時	1993年1月15日20時6分	1993年7月12日22時7分
発生位置	北緯42.85度,東経144.38度	北緯42.47度,東経139.12度
深さ	107km	34km
マグニチュード (気象庁)	7.8	7.8

表2.2 地震被害の概要

	1993年釧路沖地震	1993年北海道南西沖地震 ^{*1}
人的被害	死者1名,重傷64人, 軽症657人	死者200人,行方不明38人 重傷39人,軽症197人
物的被害	全壊家屋18戸 ^{*2} 半壊家屋182戸 ^{*2} 道路被害944箇所 ^{*3}	全壊家屋558戸 半壊家屋247戸 道路被害711箇所 崖崩れ14箇所
被害金額	約700億円	調査中

*1津波被害も含む, *2非住宅も含む, *3開発局関係は除く

3. 考察

3.1 釧路沖地震の被害状況

コンクリート構造物の主な損傷タイプは以下である。

1) コンクリート橋脚の損傷

例として, 道路橋(浦幌町, 合成桁橋, 1966年完成)の橋脚にひびわれが入り, コンクリートの剥離が生じる。また, 橋台前面が泥炭性軟弱地盤のため沈下し, 橋台及び護岸が堤外地(河川)側に移動した。橋桁が移動し, 杓座及び支承モルタルが破損した。(写真1)

2) 橋台, パラペット等の損傷

例として, 鉄道橋(直別-厚内間, 鉄桁橋)で, 昭和初期施工の木杭基礎の煉瓦積工の基礎の橋台で, 橋台と桁の衝突が見られた。橋軸方向に45mmずれ亀裂が入った。また, 橋台(A1)が傾斜した。(写真2)

例として, 鉄道橋(池田-昭栄間, コンクリートT桁橋)で, 橋台に地面と水平に鉄筋の段落ちのほぼ50cm上にひびわれが入った。これは, 南北の橋軸方向激しい揺れによるものである。また, 杓のずれ止め部が破損した。(写真3)

3) 杓, 杓座モルタル等の損傷

例として, 鉄道橋(穂別-池田間, PCT桁橋)で, 橋軸方向(北東)の揺れのため, 杓の破損や桁同士の間がぶつかりが生じ, 特に9P, 9連目桁端部にひびわれ, 8P, 9目連桁の可動端のロッカー杓が転倒, 桁端部のコンクリートがひびわれ, 剥離や破損した。(写真4A) 例として, 鉄道橋(稲士-幕別, PC桁橋)で, 1Pの可動杓及び5P杓ずれ止め部破損。(写真4B)

例として、道路橋(十勝川,PC箱桁橋,1991年完成)で、橋軸方向の激しい揺れのため、沓破損及び、伸縮継手部にずれと同端部コンクリート部にひびわれ、高欄にずれ、アッバット後部の舗装及び歩道が陥没していた。(写真5)

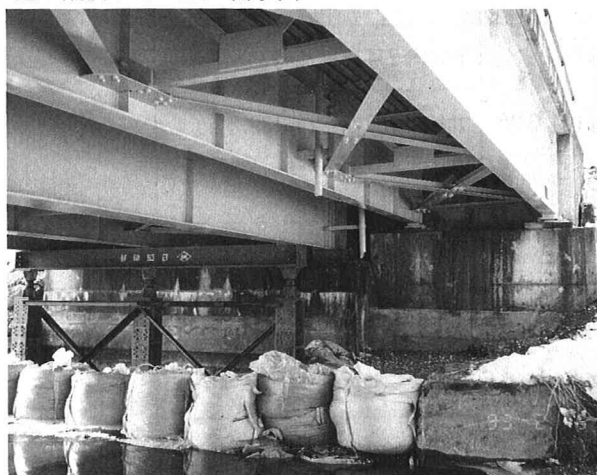


写真1 橋台と護岸の移動

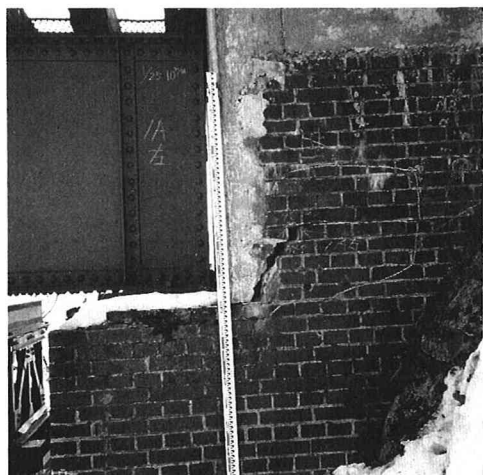


写真2 橋台の亀裂と傾斜

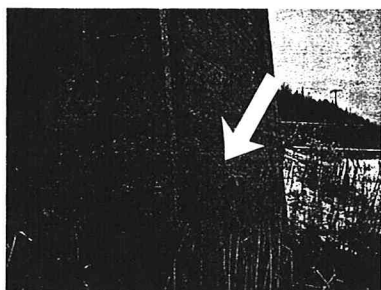


写真3 橋台に発生した鉄筋の段落ち上部のひびわれ



写真4A 沓の破損と桁端部コンクリートの破損

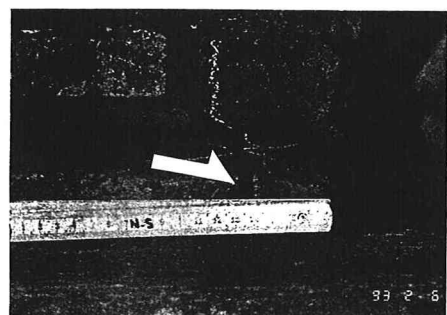


写真4B 沓ずれ止めの破損

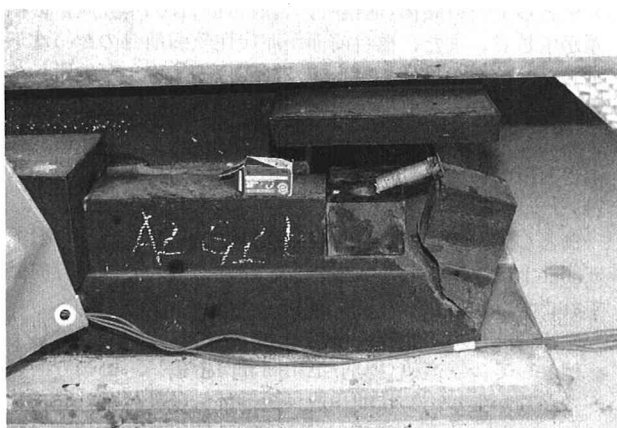


写真5 沓破損

3.2北海道南西沖地震の被害状況

1)地盤の液状化に伴う損傷崩壊

例として、スノーシェッド(奥尻町千畳坂,PC製アーチ構造,1993年 7月完成予定)において、周囲が水田のため地盤の液状化のため水平抵抗の消失のため基礎が外側に転倒しアーチが崩壊した。これは剛体安定の終局限界状態に達したものと考えられる。また、転倒しない部分もアーチが30cm程ずれていた。スノーシェッドの軸(道路の進行方向)に対して直角方向の揺れまたは垂直方向の揺れが大きかったと思われる。(写真6)

例として、物揚場(奥尻町青苗,コンクリート版)で、液状化による支持力の低下のために不動沈下し、ひびわれや破断し、段差が生じている。(写真7)

2)橋台等の損傷

一例として、道路橋(奥尻町奥尻,コンクリート橋)の桁を受けている橋台コンクリート部の外側の一部が破損した。(写真8)

3)津波による被害

例として、道路橋の護岸(奥尻町青苗,コンクリートブロック)が移動転倒した。特に津波が引く際に裏込めの土砂と供に堤外地側に引き寄せられたものと思われる。しかし、車両の走行には支障は生じていない。(写真9)

同様に、道路橋(奥尻町藻内)が、津波のために護岸が崩れ、高欄が破損している。(写真10)

河口側の橋梁の桁下の水道管等の覆いの鉄板等が変形している。以上の橋梁は津波の際床版より上を津波が超えた。桁自体の移動は殆ど認められなかった。(写真11)

例として、道路擁壁(奥尻町初松前,コンクリート擁壁)の転倒、道路を挟んだ海岸側から津波を受け、擁壁を超える高さの津波が遡上し、津波が引く際に海岸側に転倒した。なお、基礎はべた基礎の簡単なものであるため、津波の引く時の力に抵抗できなかったと思われる。(写真12)

4)落石等による衝撃損傷

例として擁壁(島牧村,コンクリート擁壁)の地震による落石のため落石防止用のフェンスの付け根のコンクリートがひびわれ及び破壊した。しかし擁壁としての機能的な損傷は殆ど認められず、落石防止としての使用限界状態には達しているもの終局限界状態には達していないと判断され、設計は適切であったと思われる。(写真13,14)



写真6 基礎の転倒によるアーチの倒壊

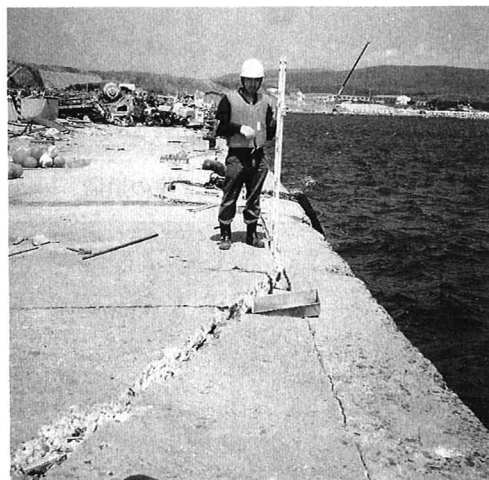


写真7 物揚場のひびわれと破断



写真8 橋台部コンクリートの破損



写真9 津波等による道路橋護岸の移動転倒



写真10 津波等による高欄と護岸の損傷

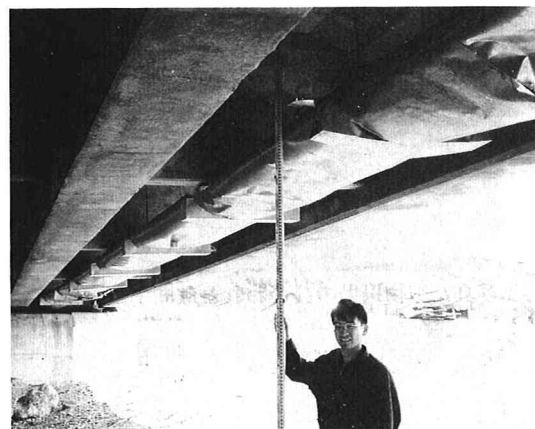


写真11 津波等による桁下の覆いの鉄板等の変形

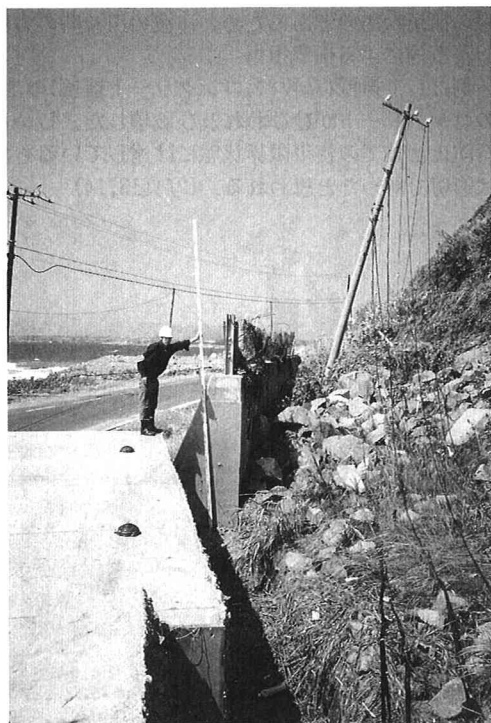


写真12 津波等による道路擁壁の転倒

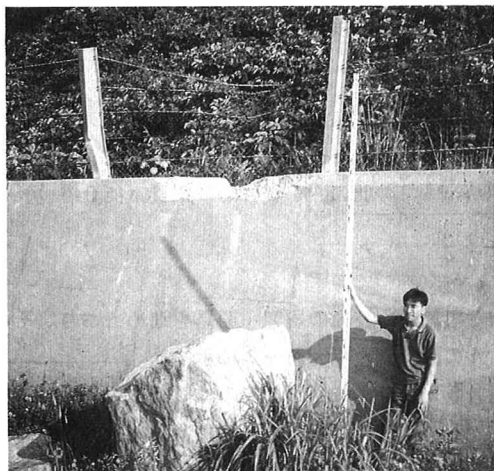


写真13 地震による落石の状況と擁壁の破損状況

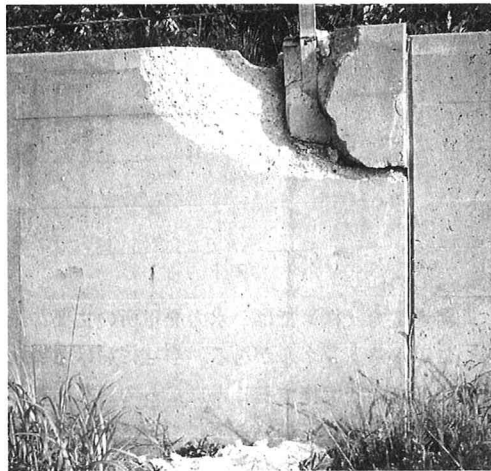


写真14 地震による落石によるフェンス付け根破損

3.3 二大地震とコンクリート被害の特徴

釧路沖地震では、地盤の浅い部分が軟弱で比較的基礎が深くなる橋梁等の支承関連部材に被害が集中している。これらには、変位振幅の方向性が認められる。

また、桁部の荷重が相対的に大きいT型コンクリート桁の被害が目立った。さらに、鉄筋の断落し部にひびわれ等の損傷を起こしているものが見られた。

北海道南西沖地震では、津波による被害が目立つ。また、震源に近い奥尻島、日本海側の島牧や神恵内の道路橋梁を調査したが、地表でも確認できるほどの岩盤等の比較的強固な基礎にあるので変位振幅が釧路沖地震に比して小さく釧路沖地震の様な支承関連部材の被害が太平洋側で一部生じたものの少なかったと思われる。

4. 地震に対する防災対策

支承部や橋台部分の被害が目立つため、これらの補強や免振構造化等の検討が必要である。また、特に損傷を受けても、落下することを避ける対策が必要である。幸いにして、北海道南西沖地震では津波が支承を損傷した橋梁を襲う最悪のケースは発生しなかったが、海岸側の橋梁はこの点に注意を払う必要がある。

軸方向鉄筋の不連続が地震時に応力集中を受けやすくひびわれ等が発生しているため、特にこれらの対策が必要である。

釧路沖地震で震源に比較的近い所で記録された強震計による最大加速度は、非常に大きくこれらの信頼性を検討するとともに、従来の国内の重要な構造物に対して行っている動的解析に使用する最大加速度の大きさについても、さらに検討を要することも考えられる。

【謝辞】

調査に際しJR北海道、北見工業大学岡田技官、北海道大学大学院徳重氏、名和氏、奥尻ハイヤー他の御協力を受けた。ここに感謝する。

【参考文献】

- 1) 佐伯昇: 釧路沖地震にコンクリート構造物の被害状況について, 北海道土木技術会コンクリート研究委員会, 講演会資料集, 1993年3月17日
- 2) 佐伯昇, 三上隆, 志村和宏: コンクリート土木構造物の被害, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, Vol. 8, pp. 143-149, 1993年7月
- 3) 吉村仁, 角田典史雄, 佐藤浩一, 林川俊郎: 橋梁の被害, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, Vol. 8, pp. 150-155, 1993年7月
- 4) 国際航業(株): 北海道南西沖地震の被災速報, 1993年7月
- 5) 土木学会耐震工学委員会: 1993年7月12日, 北海道南西沖地震被害調査報告, 1993年