

地震とコンクリート被害の関係の考察

北見工業大学 正員 〇桜井宏
 北見工業大学 正員 鮎田耕一
 北見工業大学 正員 岡田包儀
 北海道大学 正員 佐伯昇
 八戸高専 正員 菅原隆

1.はじめに 1993年から1994年に北海道や東北地方を襲った釧路沖、北海道南西沖、北海道東方沖、三陸はるか沖の4大地震は、尊い人命や心身、地場産業に与えた被害は大きく、社会基盤であるコンクリート構造物等にも多数の被害を与えた。また、これらの地震の被害の各々の特性や共通点を検討することは、今後、首都圏等の人口密集地帯に発生が予想される防災対策を検討する上で大変重要である。筆者らは先に釧路沖及び北海道南西沖地震とコンクリートの被害の形態について考察したが¹⁾、その後同様な規模の地震が連続して発生したのを受け再び調査と考察を行った。

本研究は、現地における調査と各研究機関の資料等によりコンクリート被害の概要を把握し防災対策を検討する際の基礎的な考察を行う。

2.最近2年間に起きた地震と被害の概要

2.1 地震の概要 表2.1に示す様にマグニチュードが7.5から8.1の間で、いずれも大規模な地震である。また、地震の発生した時刻が午後8時6分から10時23分の間であるため、一般的な就労時間や就学時間外であり、渋滞等が予想される交通ラッシュ時間から外れている。かつ一般家庭が調理等の火を使う時間帯から外れている。震度5以上を記録した地域が人口の密集している大都市でないこと等が一般的な特長である。また、図2.1に示すように釧路沖や北海道南西沖は被災地は震央から比較的近く、北海道東方沖と三陸はるか沖は北方領土以外の被災地は震央から比較的遠い。震源深さは、釧路沖では107kmと深く、津波が発生しなかったが、深さが比較的浅い他の地震では津波が発生し、北海道南西沖と、北海道東方沖では大きな津波が発生した。

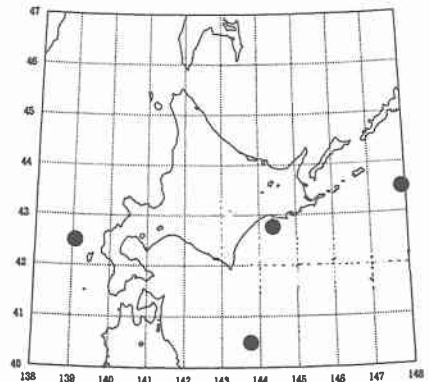


図-1 各地震の発生位置

2.2 地震被害の概要 表2.2に示す様に北海道南西沖地震の津波と崖崩れによる犠牲者が、震央から約80kmと近い奥尻等で多く、津波による家屋の流出とそれが原因で生じた火災が発生し全壊家屋半壊家屋の数が多いが、2.2で述べた要因から、北海道南西沖地震以外は、いずれも関東地震に近い大規模な地震にも関わらず、その被害は著しく大きなものにはならなかったと思われる。

表2.1 地震の概要

地震名	釧路沖	北海道南西沖	北海道東方沖	三陸はるか沖
発生日時	1993年1月15日 午後8時6分	1993年7月12日 午後10時7分	1994年10月4日 午後10時23分	1994年12月28日 午後9時19分
発生位置	N42.85 E144.38	N42.47 E139.12	N43.5 E147.9	N 40.4 E 143.7
深さ	107km	34km	20km	極浅い (調査中)
マグニチュード	7.8	7.8	8.1	7.5
震度6(烈震)を記録	釧路	奥尻(推定)	釧路, 厚岸	八戸
震度5(強震)を記録	浦河, 帯広 広尾, 八戸	小樽, 江差, 寿都 深浦	根室, 広尾, 浦河 中標津, 羅臼, 足寄,	陸奥, 青森, 盛岡

Study on Relationship between Earthquakes and Concrete Damage
 by Hiroshi SAKURAI, Kochi AYUTA, Kaneyoshi OKADA, Noboru SAEKI
 and Takasi SUGAWARA

3. 考察

3.1 各地震でのコンクリート被害

3.1.1 釧路沖地震 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。これらに変位振幅の方向性が認められた。桁部の荷重が大きいT型コンクリート桁の被害が目立った。鉄筋の段落し部にひびわれ等の損傷を起こしているものがあった。円柱式橋脚のせん断耐力の検討が必要性が検討された。釧路気象台では、900galを越える加速度が記録され、構造物被害と入力地震動の関係を見直す等の問題点が提起された²⁾。

3.1.2 北海道南西沖地震

震源に近い奥尻で津波等による道路擁壁の転倒や、道路橋護岸の移動転倒があった。内陸部でも、スノーシェルターの下部工が転倒し上部のアーチが崩壊するなどの被害があった²⁾。道南の黒松内低地帯の軟弱な粘土、砂層地盤上の構造物に被害が生じた。橋台背面盛土の沈下による断差や橋梁基礎の傾斜等が発生した。3橋で鉄筋コンクリート橋脚の主筋段落し部で被害が生じた³⁾。

3.1.3 北海道東方沖地震

道路関係の被害としては、震央に比較的近く被害が多かった釧路・根室管内では、国道12路線の内、小規模のものを含めると11路線(内大規模被害4)路線、198(うち大規模被害は13)箇所になっている。また、道道や市町村道にも多数の被害が発生した。コンクリート被害の主なものとして以下のようなものがあった⁴⁾。橋梁の前後の路盤と橋梁の床版に断差が生じたり、路盤が崩壊したりアハット部分に亀裂や側方への傾きや迫り出しが認められたものが多かったが、桁本体の損傷は軽微なものが多かった。しかし、一部の橋梁の支承部のコンクリートに被害が認められた。写真-1に示すように、橋梁の支承部(合成桁道路橋、別海町万年)のアンカーが破損し、定着している橋台のコンクリートのめくれ上がりが生じた。写真-2に示すように、桁端部(合成桁道路橋、別海町風連)がアハットに衝突し端部のコンクリートが破損剥落しスターラップ等の鉄筋の露出が生じた。写真-3に示したように3径間連続、2主桁ボックス断面の橋梁で沓座のボルトが破断し、橋台の支承部コンクリートの上部が2m75cm下部が4m60cmの幅でめくれ上がり裂けるように亀裂がはいった。2主桁3径間連続桁で慣性力が比較的大きいため沓座に大きな力がかかったものと思われる。

表2.2 地震被害の概要

地震名	釧路沖	北海道南西沖	北海道東方沖 ¹⁾	三陸はるか沖
人的被害	死者1名 重傷64名 軽傷657名	死者202名 行方不明29名 重傷81名 軽傷240名	負傷227人	死者2名 負傷285名
物的被害	全壊家屋18戸 半壊家屋182戸 道路被害944箇所	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	半壊家屋6戸 一部破損11戸 道路被害44箇所 (不通箇所)	家屋全半壊128戸 道路被害28箇所 土砂崩れ3箇所
被害金額	約700億円	約1323億円	調査中	約842億円 ²⁾

*1: 北方領土を除く

*2: 八戸市の集計(95年1月初旬集計,水道の耐震管切り替え費用306億円含む)



写真-1 支承部のアハットの破損と定着している橋台のコンクリートのめくれ上がり(合成桁道路橋、別海町万年)



写真-2 桁端部がアハットに衝突し端部のコンクリートが破損剥落しスターラップ等の鉄筋が露出(合成桁道路橋、別海町風連)

港湾関係のコンクリートにも岸壁が傾いたりエプロンにひびわれ等が入るなどの多数の被害が生じた。写真-4に示すように岸壁(漁港岸壁・エプロン、歯舞)が傾きコンクリート版エプロンが沈下し破断した。また、全体の特徴として傾いた岸壁から2枚目のエプロンのコンクリート版にひび割れが目立つため矢板のタイロッド定着部が滑動していることが考えられる。写真-5に示すように防潮堤(漁港、花咲)の基礎付近の沈下によるコンクリートのひびわれや壁にせん断ひびわれが生じ、津波に対する防災上の問題が指摘された。

3.1.4三陸はるか沖地震 主な大きい被害は八戸市内の松が丘から類家を結んだ北東から南西の直線上に位置に発生した。写真-6の、鋼橋の橋脚が上流側に約20cm程度傾いた。本橋自体は昭和6年に建設され、歩道橋が昭和47年に増設された。

橋軸に対して直角方向に大きく揺れたために、これらの周期が違うために衝突し、道路橋と歩道橋の橋脚の上部コンクリートが損傷した。歩道橋が本橋の揺れを拘束し押したために本橋が傾いたと思われる。この影響は河道部分の橋脚に影響が大きい。写真-7の、学校校舎のコンクリート構造物は、柱と壁がせん断破壊を起し、スターラップが破断し、軸方向鉄筋が変形し降伏した。1968年5月16日の十勝沖地震(M7.9)をはじめ釧路沖地震、北海道東方沖地震等の影響を受けており、特に地震で破壊した被害箇所では、鉄筋が腐食している箇所が随所に認められた。その箇所は以前の地震の際に既にひびわれが入っていたものと思われる。

写真-8に示すように、道路の盛り土と路盤の崩壊(八戸市松が丘)に伴うL字型コンクリート擁壁が3.5m迫り出しと2.5m沈下した。



写真-3 沓座のボルトの破断と橋台の支承部コンクリートの上部2m75cm下部4m60cmの幅の亀裂とめくれ上がり(道路橋,3径間連続,2主鋼桁ボックス断面橋中標津町緑町)



写真-4 岸壁が傾きコンクリート版エプロンが沈下破断(漁港岸壁・エプロン,歯舞)



写真-5 防潮堤の基礎付近のコンクリートのひびわれ及び壁にせん断ひびわれ(漁港,花咲)



写真-6 鋼橋の橋脚が上流側に約20cm程度傾き道路橋と歩道橋の橋脚の上端部コンクリートが損傷(道路橋:昭和6年建設,歩道橋:昭和47年増設,八戸市売市熊野堂-長苗代内舟渡)



写真-7 学校校舎のRC柱と壁がせん断破壊を起こしスターラフが破断し、軸方向鉄筋が変形し降伏(昭和38年築,3階建ての1階部分)



写真-8 道路の盛り土と路盤の崩壊に伴うI字型コンクリート擁壁が3.5m迫り出しと2.5m沈下(八戸市松が丘)

3.2 防災対策の考察 増設や増築等をする時、旧設と新設の構築部分で揺れが異なり、衝突等が生じて被害招くことがあるため、地震の際の衝突を避ける等の考慮を要する。

過去に地震の被害を受けた構造物はせん断ひび割れ等が入った場合に、それらに対する適切な対策を行っておかないと、次の地震の際に深刻なせん断破壊を招くことがあるので注意を要する。

また、建築構造物では、昭和55年の建築の耐震基準が改正される以前の構造が被害を受けており、耐震基準の改正前の構造物の耐震上の対策を検討する必要がある。

構造物は、各種条件により、大きな地震動(加速度)を受けても、必ずしも大きな損傷を受けていない場合もあり、各々の地震を受けた構造物に対する被害の有無を考察し、耐震上の考察が、今後重要であると思われる⁵⁾。

4.まとめ 地震によるコンクリート被害の形態と特徴を分析し、既存構造物に要求される安全性を考慮し耐震上の対策を検討するために、今後さらに詳細な検討を進める必要がある。

謝辞 本研究を調査するにあたり東方沖地震については北海道開発局の小笠原氏、北海道釧路土木現業所中標津出張所、北見工科大学院中尾、増岡、田中、日下君、学部生西村君の御協力を受けた。

また三陸はるか沖地震では北見工科大学院阿部、八重樫君の御協力を受けたここに感謝する。

参考資料

- 1) 桜井宏, 鮎田耕一, 佐伯昇, 藤田嘉夫: 釧路沖及び北海道南西沖地震のコンクリート被害の關係の考察: 北海道支部論文報告集, 平成5年度, pp.1028-1033, 1994年2月
- 2) 鏡味洋史(研究代表者): 1993年釧路沖地震による被害の調査研究, 1993年3月
- 3) 構研コンクリート部: テクニカルレポート-北海道南西沖地震から一年, 1994年11月
- 4) 北海道開発局釧路開発建設部: 平成6年(1994年)北海道東方沖地震国道被災状況
- 5) 土木学会: コンクリート技術の現状と示方書改訂の動向, コンクリートライブラリー-79, pp164, 1994年5月