

1994 年北海道東方沖地震

災害調査報告書

社団法人 **地盤工学会**

北海道東方沖地震災害調査委員会

9. DAMAGE TO RESIDENTIAL AREAS

Kazue WAKAMATSU (Tokyo University)
Nozomu YOSHIDA (Sato Kogyo Co., Ltd.)
Susumu YASUDA (Tokyo Denki University)

ABSTRACT

Presented is ground deformations associated with ground failures in the residential areas. The 1994 Hokkaido-toho-oki earthquake caused numerous ground failures including soil liquefaction and slope and embankment failures in a wide spread area, which in turn caused damage to various structures such as lifeline system, port facilities, buildings and houses etc. The typical damage to private houses are mainly described in this chapter. Geological, geomorphologic and geotechnical features of the damaged sites are discussed by comparing the present state to the former topographical map before the development and referring the boring log data. The sites of soil liquefaction where liquefaction occurred at the time of the 1993 Kushiro-oki earthquake as well as this earthquake were also presented.

9. 住宅地の被害

住宅被害は、道東の根室、網走、釧路、十勝の5庁で発生し、住家全壊61棟、半壊348棟、一部破損7,095棟、床上浸水2棟、床下浸水13棟の合計7,519棟に及んでいる¹⁾。これらの被害の大部分は強い地震動による外壁仕上げ材の亀裂・剥離等であるが、釧路市、標茶町、中標津町、斜里町などでは、盛土の崩壊や液状化などの地盤変状による住宅の被害が目立った。

9.1 釧路市

釧路市における住宅被害は、全壊23棟、半壊19棟、一部破損305棟である¹⁾。被害の大部分は、1993年の釧路沖地震でも被害が大きかった市東部の釧路段丘の造成地や北部の釧路湿原に続く泥炭地の盛土造成地で発生している。1993年の釧路沖地震で被害が大きかった緑ヶ岡5、6丁目地区(釧路段丘の造成地)では、小規模な崩壊・すべりや、液状化の発生を示す噴砂が各所で見られた。また、同地震で多数の噴砂が観察された釧路市北部の美原・芦野地区(泥炭地の造成地)でも、前回は上回る多数の噴砂が確認された(図9.1)。

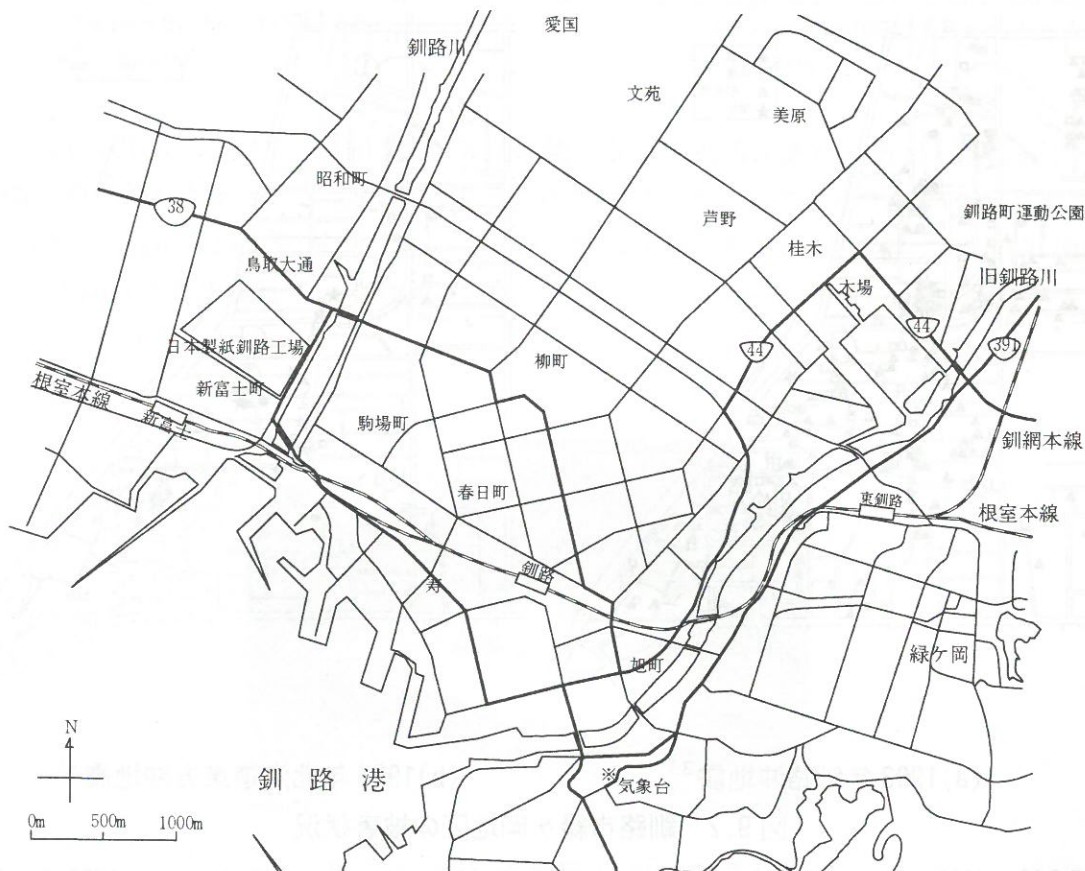


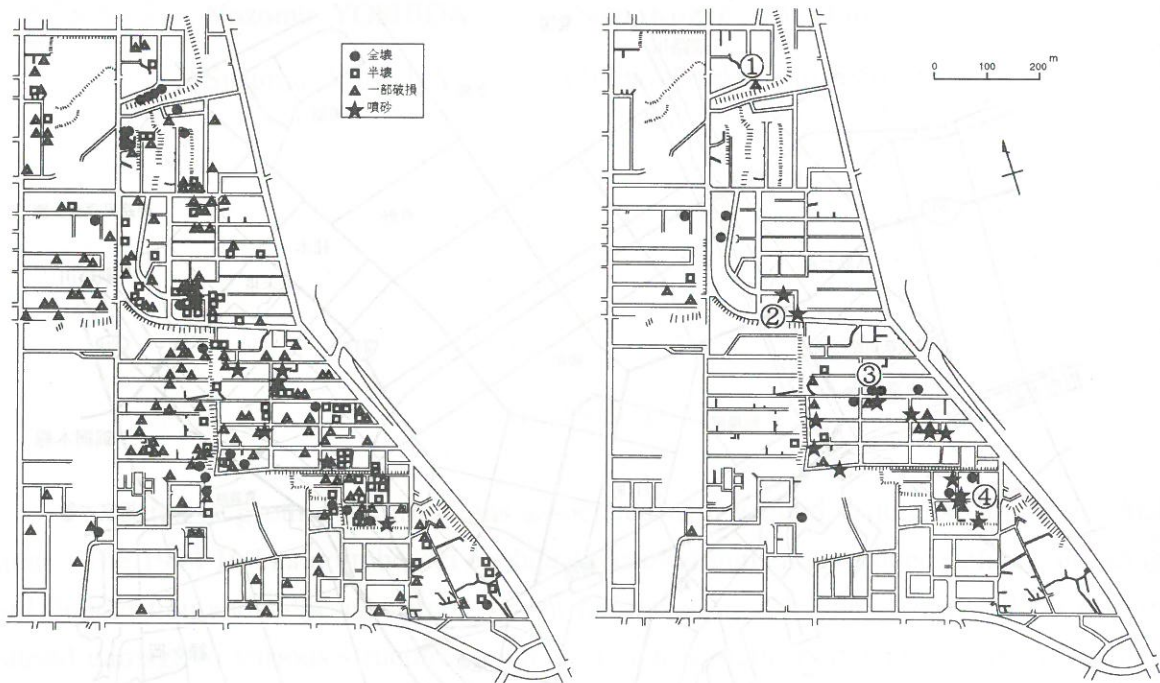
図 9.1 釧路市東部の概要図

(Fig.9.1 Map of the East of Kushiro City Showing Locations of Ground Failure)

9.1.1 緑ヶ岡地区

この地区は、標高 20~30m の釧路台地と台地を刻む開析谷を 1970 年代前半に切り盛りして造成された新興住宅地である。1993 年釧路沖地震の際に緑ヶ岡 5、6 丁目地区では、斜面崩壊、地割れ、沈下などの地盤変状による家屋被害やガス・上下水道などの埋設管路の被害が多数発生した。積雪のため地震直後には噴砂等の液状化の痕跡は発見できなかったが、地震の 3 ヶ月後に実施された現地調査では、住宅や埋設管の被害が特に集中した地区の近傍で軽微な噴砂が確認された²⁾。また、住民からの聞き取り調査により、1973 年の根室半島沖地震の際にも噴砂・噴水があったことが明らかになった²⁾。

この地区の南西約 2.5km の釧路地方気象台における最大加速度は、釧路沖地震では 922cm/s^2 だったのに対して、今回は 473cm/s^2 の約半分であったが、この地区では前回と類似な被害が発生した。図 9.2(a)(b)にこの地震による噴砂と家屋等の被害位置を釧路沖地震の時の被害分布と比較して示す。家屋被害や地盤変状は釧路沖地震の時に比べて軽微であるが、前回被害が集中した所に今回も被害が多く発生していることがわかる。しかしながら、噴砂は前回より多く確認され、前回は凍土が噴砂の発生を押さえたことが実証された。



(a)1993 年釧路沖地震³⁾

(b)1994 年北海道東方沖地震⁴⁾

図 9.2 釧路市緑ヶ岡地区の被害状況

(Fig.9.2 Map of Midorigaoka Showing Locations of Collapsed Houses and Sand Boils, (a) the 1993 Kushiro-oki Earthquake, (b) the 1994 Hokkaido-toho-oki Earthquake)

釧路沖地震の際に造成盛土が崩壊し、住宅が滑落した緑ヶ岡 6-12 (図 9.2(b)の①) 付近では釧路沖地震の後大がかりな崩壊防止工が行われた。今回の地震では前回のような被害は生じなかったが、前回半壊だった住宅の外壁が剥離し、修復した盛土部との境に亀裂を生じていた (写真 9.1、9.2)。



写真 9.1 1993 年釧路沖地震による緑ヶ岡 6-12 の被害

(Photo 9.1 Damage to houses at 6-12 Midorigaoka Caused by the 1993 Kushiro-oki Earthquake)

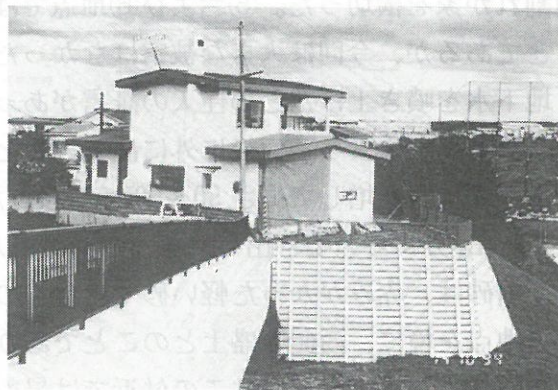


写真 9.2 北海道東方沖地震による緑ヶ岡 6-12 の被害

(Photo 9.2 Damage Houses at 6-12 Midorigaoka Caused by the 1994 Hokkaido-toho-oki Earthquake)

緑ヶ岡 6-22(図 9.2 の地点②)では、外壁の傾斜などの被害があり、前回とほぼ同じ位置で噴砂や地割れがあった。さらに南側の道路ではマンホールの浮き上がりも見られた。

緑ヶ岡 5-35(図 9.2 の③)付近ではいくつかの噴砂が見られた(写真 9.3)。調査時(地震発生 8 日後)にまだ濡れている噴砂もいくつかあったことから、余震でも噴砂が発生したと思われる。



写真 9.3 緑ヶ岡 5-35 における噴砂

(Photo 9.3 Sand Boils at 5-35 Midorigaoka)

緑ヶ岡 5-27(図 9.2 の④) は、根室半島沖と釧路沖の両地震で最も被害が大きかった地区である。この地区の詳細図を図 9.3 に示す。図 9.3 中①では、家屋に沿った地割れから噴砂が生じていた。この住宅は釧路沖地震の際にも被災し、釧路市から一部損壊の認定を受けている。②の家は基礎に亀裂が入っていた。③では庭に地割れが走り、家屋は釧路沖地震と同様、床の中央が盛り上がるなどの被害を受けた。④の家は、釧路沖地震で南西側が沈下したのでこの部分を補修した。今回の地震では前回補修しなかった東側が沈下し、地割れが家を横切った。⑤および⑥地点では、根室半島沖地震の時に地割れができたとのことであるが、今回は大きな被害はなかった。⑦地点では、釧路沖地震の時に電柱より高く地下水を噴き上げたとの住人の証言があった所である。この住人によれば、今回の地震でも揺れがおさまった直後に外に出てみると、前回と同じ所から水を少し噴き出しており、だんだん水量が増して高さ 50~60cm になった。その時、近くの電柱が急激に傾いた。水は 10~15 分ぐらい噴き出し続き、マンホールが 10~15cm 浮き上がった、とのことであった。噴砂は、赤みがかかった軽い砂で、近くの太平洋炭坑のズリのようだとのことである。この地点を境に、西側は盛土とのことであり、造成以前は北に向かう沢であったとのことである。また、⑧の家屋はこの付近では最も被害が大きかったとのことである。

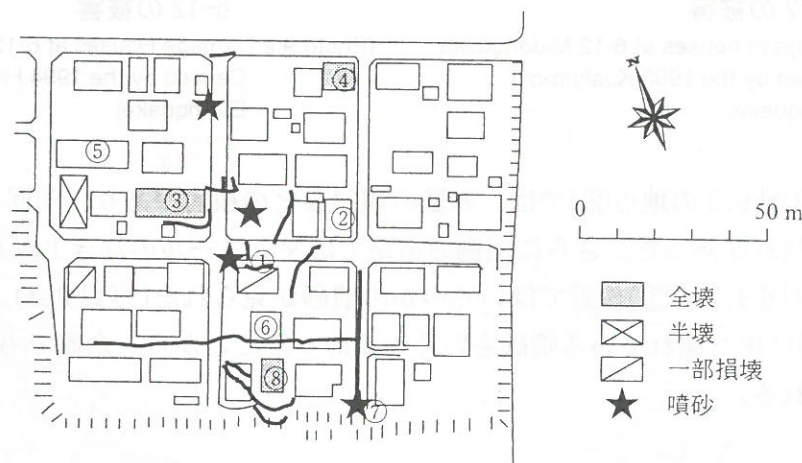


図 9.3 緑ヶ岡 5-27 における被害⁵⁾

(Fig. 9.3 Enlarged Map of 5-27 Midorigaoka Showing of Locations of Damaged Houses, Sand Boils and ground Fissures)

9.1.2 美原・芦野

この地区は、もともと泥炭地であったところを 1974~1983 年に盛土して造成された住宅地である。1993 年の釧路沖地震では、噴砂が見られ、埋設管路等に被害を生じた²⁾。今回の地震でも、図 9.4 に示すように噴砂が多数見られ、周辺の道路や庭先で地割れや地盤沈下が見られた(写真 9.4)。下水道埋設管路の被害が多数発生したが、家屋の被害は軽微で、一部破損が美原 1 丁目で 2 件、同 3 丁目で 5 件報告されているのみである。

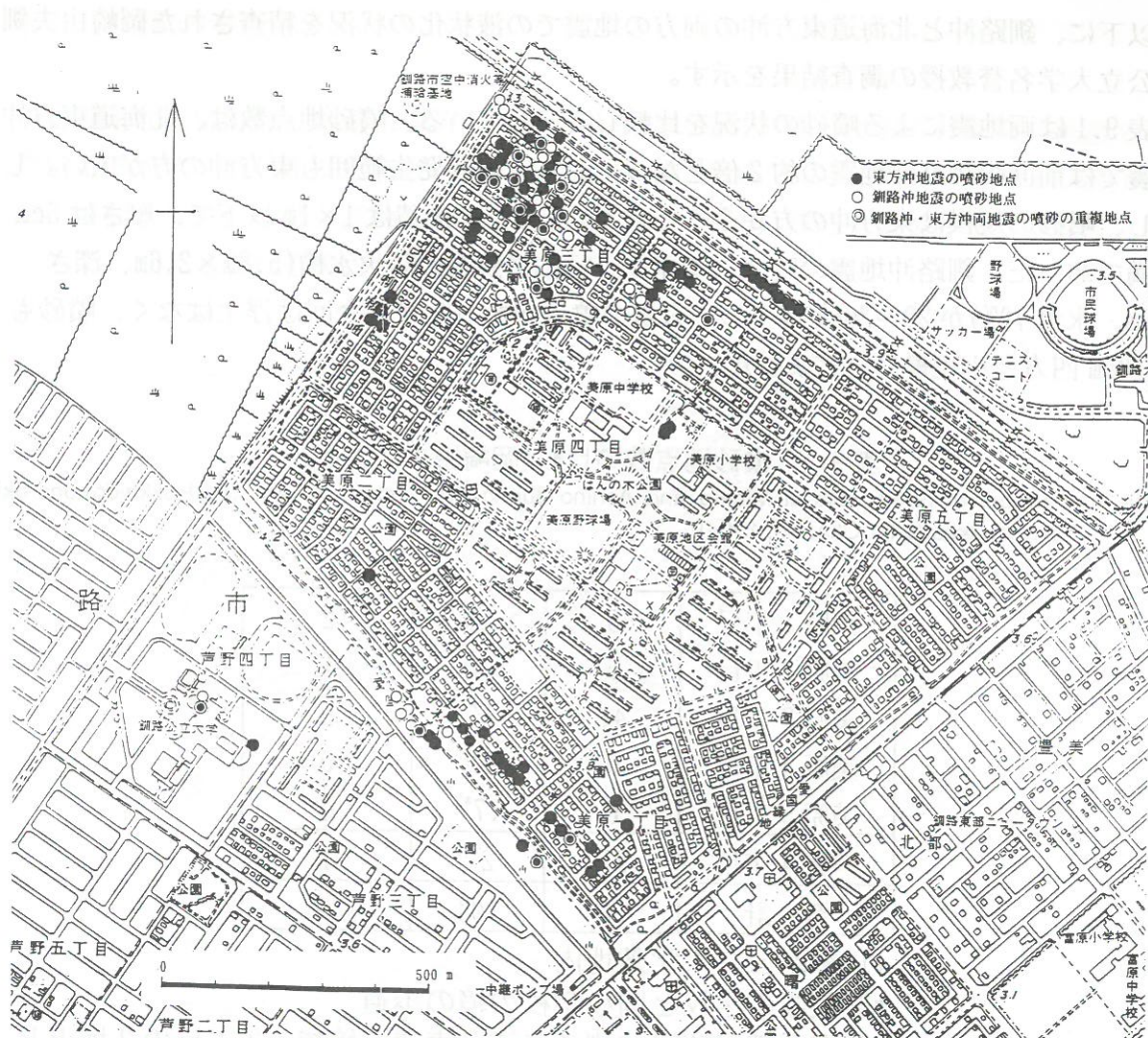


図 9.4 釧路沖地震と北海道東方沖地震による噴砂地点の分布図 (岡崎由夫原図, 1994)

(Fig. 9.4 Map of Mihara and Ashino Showing Locations of Sand Boils during the Kushiro and Hokkaido-tohoku Earthquakes)

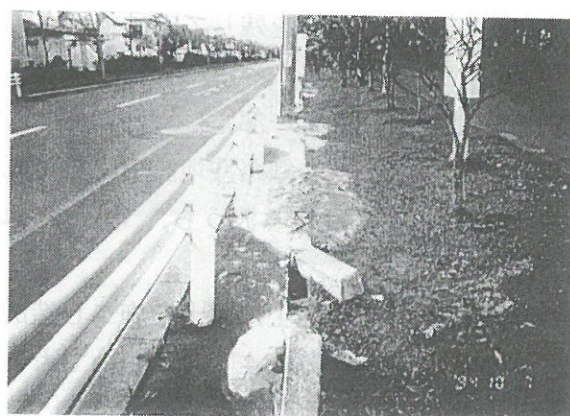


写真 9.4 美原における噴砂⁶⁾

(Photo 9.4 Sand Boils at Mihara)

以下に、釧路沖と北海道東方沖の両方の地震での液状化の状況を精査された岡崎由夫釧路公立大学名誉教授の調査結果を示す。

表 9.1 は両地震による噴砂の状況を比較して示している。噴砂地点数は、北海道東方沖地震では前回の釧路沖地震の約 2 倍となっており、噴砂発生範囲も東方沖の方が広い。しかし、噴砂の規模は東方沖の方がやや小さく、1 地点の面積は 1×1m 以下で、厚さは 5cm 未満であった。釧路沖地震の時は、美原 3 丁目の消防署の防火水槽(5.8m×2.6m、深さ 3.6m、水量 70%)が 20~30cm 浮上し、大量の噴砂があったが、今回は浮上はなく、噴砂も数 10cm 四方と小規模にとどまった。

表 9.1 噴砂地点数の比較(岡崎由夫による)

Table 9.1 Number of Sand Boils at Mihara and Ashino during the Kushiro-oki and the Hokkaido-toho-oki Earthquakes (after Okazaki, 1994)

美原 1 丁目	5	19	2
美原 2 丁目	5	4	1
美原 3 丁目	44	57	8
美原 4 丁目	0	5 ^{*2}	0
美原 5 丁目	0	17 ^{*3}	0
芦野 4 丁目	2 ^{*1}	2 ^{*1}	1
合計	56	104	12

*1:釧路公立大学敷地内

*2:美原中学校と同小学校の境の歩道

*3:東西線(道路)北側の歩道と車道の境で、3 丁目の 3 地点と 4、5 丁目の 17 地点

美原 3 丁目では、両地震とも噴砂が発生した地点が最も多かった。釧路沖地震の際には上下水道やガス管路の被害が見られたが、今回は下水管路の被害のみだった。また、釧路沖地震では、美原 3 丁目の個人住宅の地下室(野菜貯蔵用のムロ、高さ 2m 広さ 1 坪、底は土間で側壁はコンクリート)が上部 50cm ほどを残して噴砂で埋まった。その後、噴砂は除去されたが、北海道東方沖地震で再び同じように噴砂で埋まった。

また、北海道東方沖地震における噴砂は、一部電柱周りから噴いているものがあったが、釧路沖地震ではこのようなことはなかった。釧路沖地震では見られなかった変状として、芦野小学校(芦野 1-13)の横の舗装道路がゆるく波うち、マンホールの浮き上がり(20cm 未満)が見られた。

以上の他、美原・芦野地区と同様、泥炭地上に盛土を施工し造成した市の北西部の鶴野ニュータウン、愛国ニュータウンおよび文苑 3、4 丁目においても噴砂、住宅の傾斜、マンホールの浮き上がり等が見られた⁷⁾⁸⁾。

9.2 白糠町・音別町

白糠町と音別町は、釧路市西方の太平洋沿岸の低地に立地しており、釧路沖地震でも道路盛土の崩壊や液状化が報告されている²⁾。今回の地震では、白糠町庶路の和天別川堤防に亀裂が生じ、噴砂も認められた。西庶路では、宅地に噴砂や亀裂を生じ、家屋にも液状化によると見られる被害があった⁹⁾ (図9.5)。

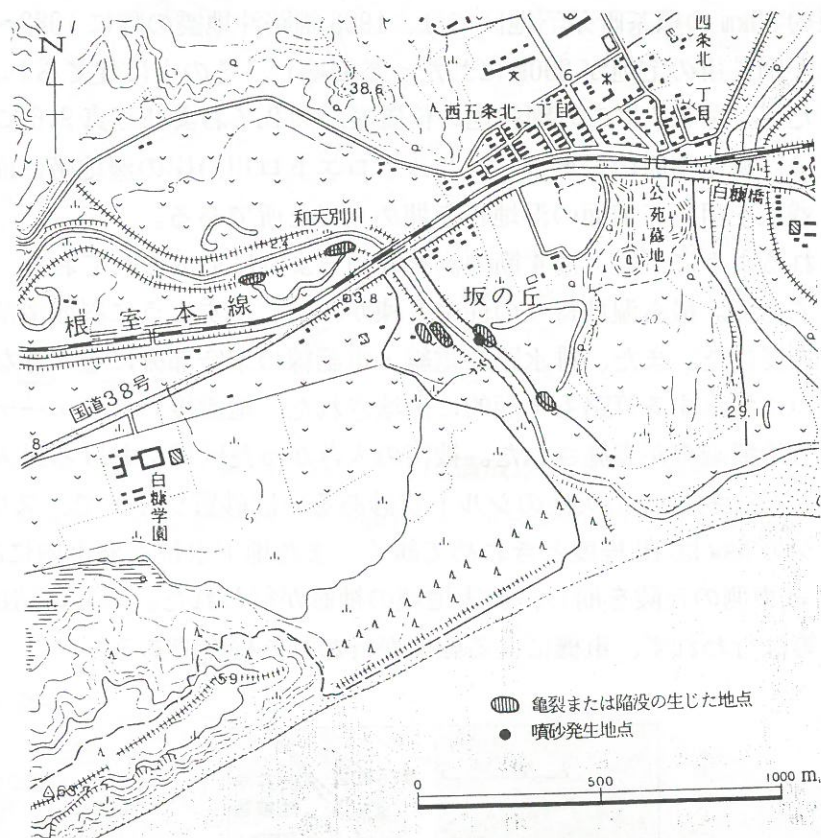


図 9.5 和天別川下流部の被害(白糠町庶路)⁹⁾

Fig.9.5 Map of Lower Reaches of Watenbetsu River Showing Location of Ground Failures

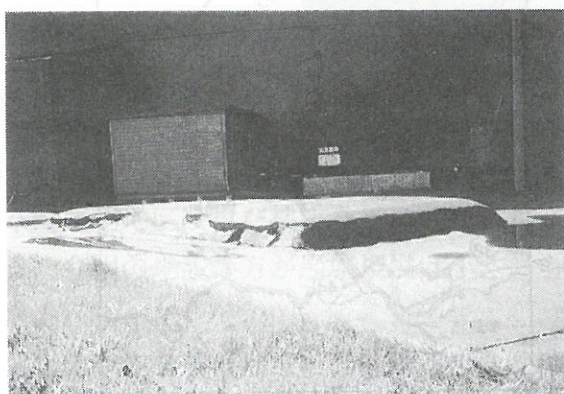


写真 9.5 音別町文化会館における浄化槽の浮き上がり¹⁰⁾

Photo 9.5 Lift-up of Buried Septic Tank at Otobetsu Cultural Hall

音別町では、釧路沖地震の際に大塚製薬工場、文化会館、光洋団地、音別発電所で液状化を生じた²⁾。今回の地震では、文化会館の浄化槽が約15cm(前回は25cm程度)浮き上がり、塩ビパイプが切断されたが、前回と同様噴砂は観察されなかった⁹⁾¹⁰⁾(写真9.5)。

他の地点では今回は液状化等の地盤変状は認められなかった⁹⁾。

9.3 標茶町茅沼

釧路市の北東約30kmの標茶町茅沼地区では、1993釧路沖地震の際に1982~1985年にかけて造成された別荘用の宅地が200mにわたって崩壊し、その上に建てられた住宅が大きな被害を受けた²⁾。図9.6にこの別荘地の位置を、図9.7および写真9.6に被害状況を示す。この地区は、釧路湿原の最奥部、シラルトロエトロ川沿岸の湿地帯に面した丘陵斜面を切り崩し、残土を用いて前面の湿地帯を埋め立てた所である。

図9.7に示されるように、盛土は4筋の沢を埋めるように造成されており、被害はこの盛土部に集中している。最も湿地寄りの住宅9棟が、図に示すように斜面滑落を含む全壊・半壊の被害を受けた。また、排水路や電線・電話線の架空部分にも大きな被害を受け、浄水と温水を各戸に配水する管路も全面的に破壊された。地震後、スウェーデン式サウンディング等による地盤調査が実施された。被害の大きかった区域における最大盛土厚は10m程度であり、盛土材は火山灰性のシルト質砂あるいは砂質シルトで、スウェーデン式サウンディングの N_{sw} は10程度ときわめて緩く、また地下水位も盛土内にあり浅かった²⁾。その後、北東側の丘陵を崩し、被害地域の補修が行われた。新しい造成地も前回同様、地盤改良等は行われず、重機による転圧が行われた程度である。

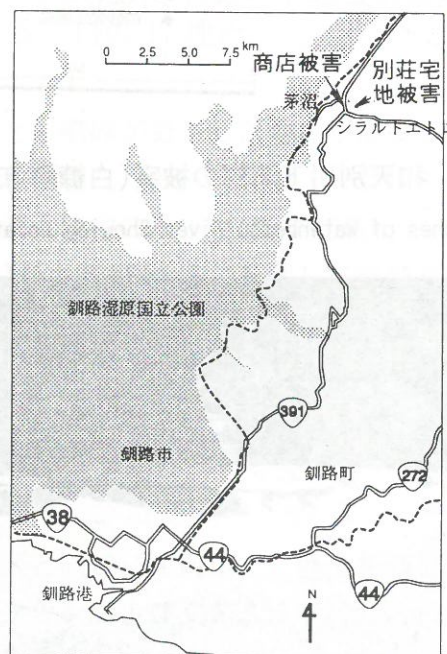


図9.6 標茶町茅沼における被害地点

(Fig. 9.6 Locations of Damaged Sites in Kayanuma, Shibecha)

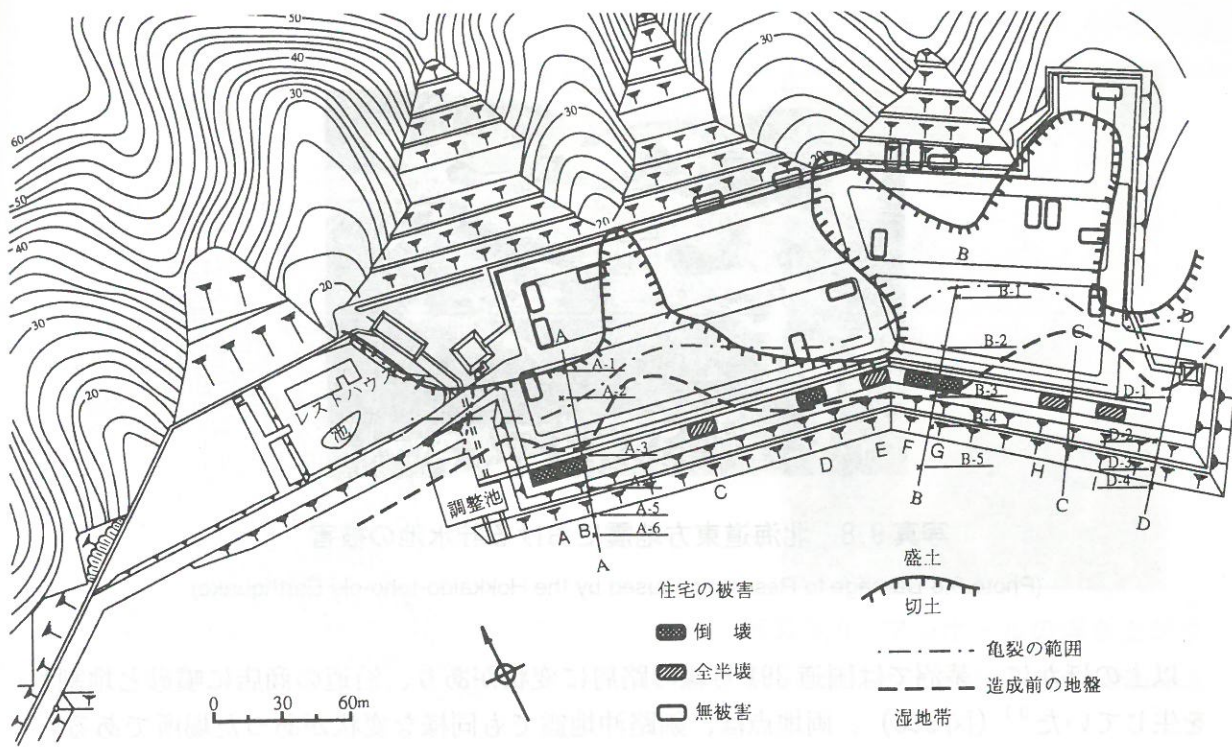


図 9.7 茅沼における宅地造成地の地形と被害²⁾

(Fig.9.7 Topography and Damage Pattern of Residential Area in Kayanuma)

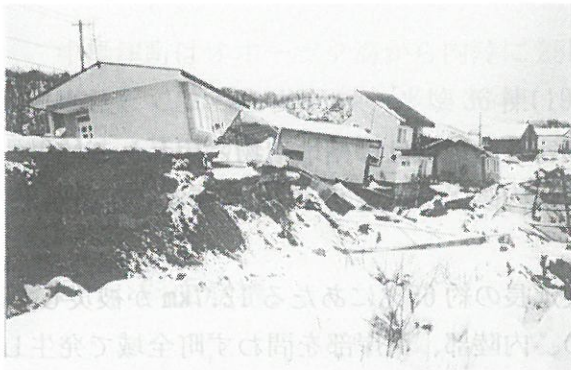


写真 9.6 釧路沖地震における盛土部の被害
(Photo.9.6 Damage at Reclaimed Area during the Kushiro-oki Earthquake)

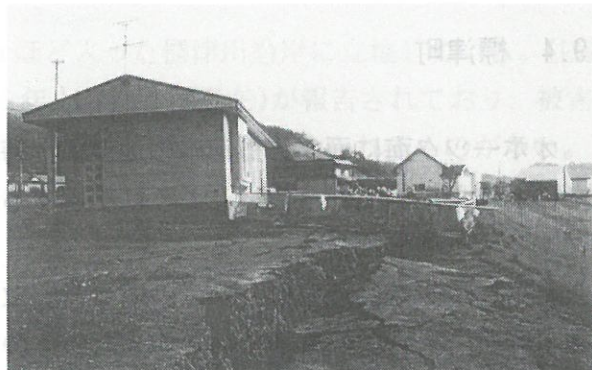


写真 9.7 北海道東方沖地震における被害⁷⁾
(Photo.9.7 Damage at Reclaimed Area during the Hokkaido-toho-oki Earthquake)

今回の地震でも、標茶町茅沼地区は再び被害を受けた。写真 9.7 は写真 9.6 とほぼ同一箇所の被害の状況である。今回の地震の方が崩壊規模は小さいものの、亀裂や段差の生じ方は前回と同様であった。

釧路沖地震では、液状化の発生を裏付ける噴砂は積雪のため確認することが困難な状況で、崩壊斜面の中腹で 1 箇所確認されている¹¹⁾のみであった。今回の地震では盛土斜面の下方や上方で小規模な噴砂が多数確認された。

また、釧路沖地震の時には被害が小さかった国道寄り(別荘地の西寄り)の一角でも、盛土の滑り出しによって家屋が被害を受け、貯水池の護岸法面が大きく変形した(写真 9.8)。

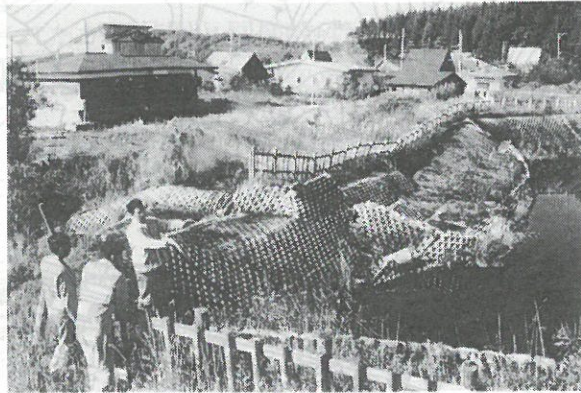


写真 9.8 北海道東方地震における貯水池の被害⁷⁾

(Photo.9.8 Damage to Reservoir caused by the Hokkaido-toho-oki Earthquake)

以上のほかに、茅沼では国道 391 号線の路肩に変状があり、沿道の商店に噴砂と地割れを生じていた⁹⁾ (図 9.6)。両地点は、釧路沖地震でも同様な変状があった場所である。国道 391 号線の路肩は沈下し、盛土下部に立つ電柱が傾斜した。また、商店(大沼商店)では、前回と全く同じ位置に地割れを生じ、火山灰質の砂が噴出していた(前回は地割れののみ)。建屋周囲の地盤は、釧路沖地震で約 40cm 沈下し、その後、元のレベルまで客土して復旧されたものであるが、今回の地震でも再び約 30cm 沈下した⁹⁾。

9.4 標津町

オホーツク海に面する標津町の地盤は、海岸寄りの地域は砂州堆積物と思われる締まった砂と礫が地表面から浅いところに出現するが、内陸になると 2~3 m の厚さの泥炭が堆積する軟弱地盤となっている。

町内に敷設された直径 250mm の塩ビ管の敷設延長の約 65% にあたる 12.7km が被災した。被災箇所は、町の南東部で比較的少ないものの、内陸部、海岸部を問わず町全域で発生している⁸⁾。下水管渠の埋設部分に沿って路面の陥没および噴砂が確認され、マンホールが多数浮き上がった。特に海岸に沿った国道 244 号線では、約 600 m にわたって連続してマンホールの浮き上がり(5~22cm)が見られた⁸⁾ (図 9.7、写真 9.9)。また近傍の電柱の基部や歩道の植え込みの一部には噴砂が見られ、1.5 m 余り沈下した電柱もあった⁹⁾。

周辺の裸地や宅地には噴砂がほとんど確認されなかったことや、地盤の沈下や陥没が下水管渠の埋設部分に集中していたことから、埋め戻し土が液状化したものと考えられる。町内の住宅等には液状化によると見られる被害は見あたらなかったが、町立図書館やサーモン会館では埋め戻し土の液状化と考えられる地盤沈下や噴砂が報告されている¹²⁾。



写真 9.9 マンホールの浮き上がり⁸⁾
 (Photo 9.9 Up-lift of Manholes in Shibetsu)

図 9.8 標津町における被害地点⁹⁾
 (Fig.9.8 Locations of Damaged Sites in Shibetsu)

9.5 中標津町

中標津町はオホーツク海から内陸に 25km ほど入った標津川沿岸に立地している。住家被害としては、全壊 15 棟、半壊 36 棟(1994 年 11 月 21 日現在)が報告されており、被害状況は、基礎の沈下・破損・ずれなど、地盤破壊に起因すると考えられるものが多い。図 9.9 に中標津町における主な被害地点を示す。

9.5.1 斜面崩壊

東 11 条南 6 丁目(図 9.9 の①)では、台地斜面上の宅地地盤が崩壊し住宅 4 棟が全半壊した(図 9.10、写真 9.10)。写真 9.11 は最も被害が大きかった住宅で B で、崩土に引きずられるように変形した。写真 9.12 は住宅 B と C に挟まれた道路に生じた亀裂である。この道路は斜面の傾斜方向に延びているもので、地盤が斜面下方に移動したことを示している。写真 9.13 は被害をうけた 4 棟のうち最も北東端にある住宅 D で、2 方向が斜面に面している。地盤の崩壊・移動によって、住宅は数 m 移動し斜面から滑り落ちかかっている。北海道地方特有の凍上による被害を防ぐために、基礎のせいが高くしっかりと造られている。このため、上部構造には顕著な亀裂などはみられなかった。

被害地点は、台地斜面を切り盛りして造成されたひな壇形式の住宅地で、周辺も同じような斜面に住宅が建ち並んでいるが、崩壊したのはこの地点だけである。1960 年の旧版地形図と比較すると、被害地点は比較的一様な斜面であり、被害地点近傍には大きな沢もなく、他所と比べてそれほど地盤が悪いとは思えない。図 9.10 には、旧版地形図から判

読した台地と低地の概略の境界が記入されているが、これより判断すると、まとまった面積の宅地を作るために北東側に盛土を張り出して造成したようである¹³⁾。

上記の被害地点から北西へ約 100 m の位置にある 2 階建て事務所(図 9.10 の E、軽量鉄骨造と推定される)は、南東側が大きく沈下し、周囲に噴砂が見られた。近傍では地盤が約 20cm 沈下し、電柱も沈下して根元がゆるんでいたことから、この付近では局所的に液状化が発生したと推定される⁹⁾。

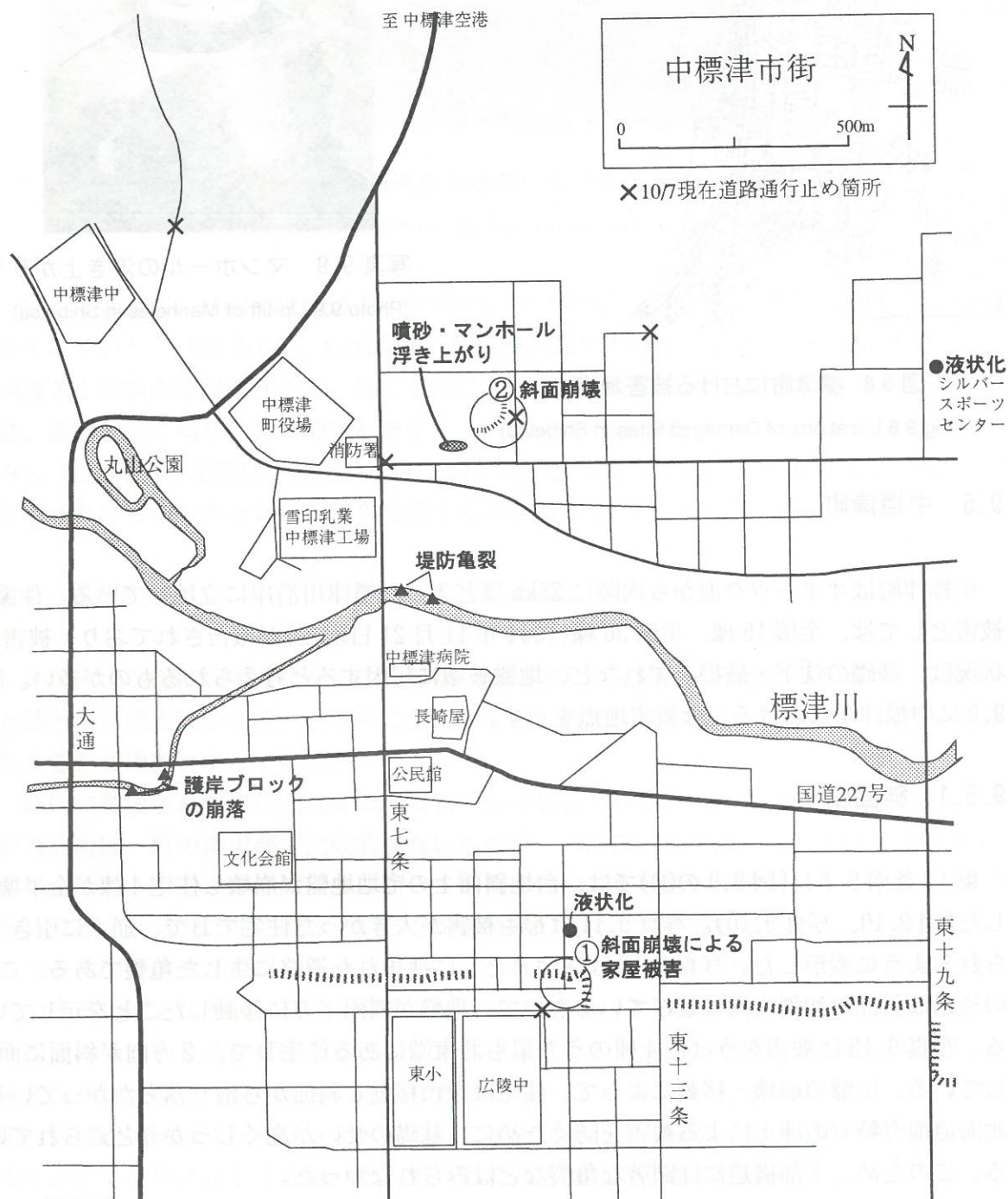


図 9.9 中標津町における主な被害地点

(Fig.9.9 Map of Nakashibetsu Showing Locations of Damaged Sites)

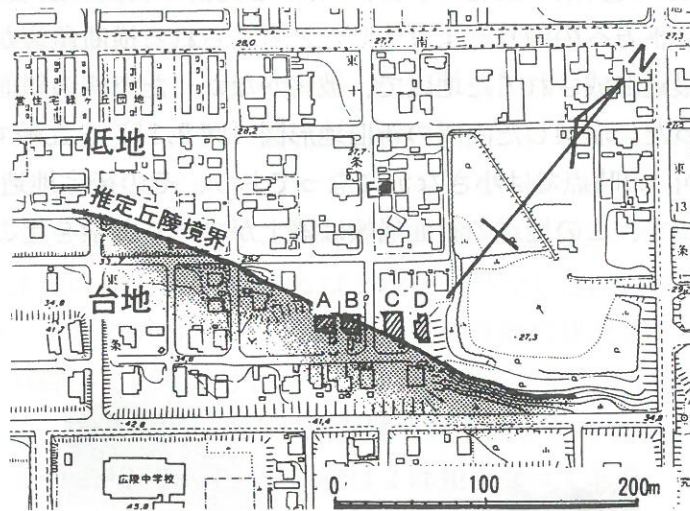


図 9.10 東 11 条南 6 丁目における斜面崩壊位置と推定された旧丘陵線¹³⁾
 (Fig.9.10 Location of Slope Failure at Higashi 11-jo Minami 6-chome and Estimated Old Hill Line)



写真 9.10 東 11 条南 6 丁目の斜面崩壊⁷⁾
 (Photo 9.10 Slope Failure at Site ① in Fig.9.9)

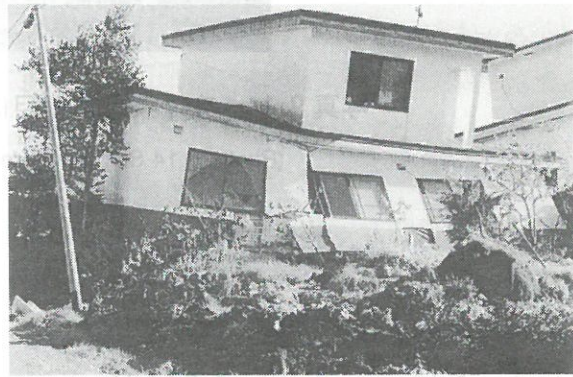


写真 9.11 斜面崩壊による住宅 B の被害¹³⁾
 (Photo 9.11 Damage to House B in Fig.10)

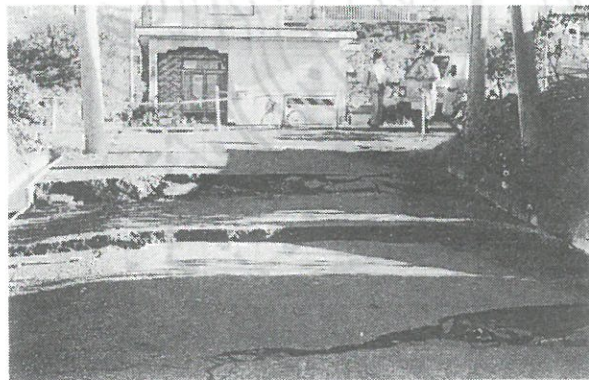


写真 9.12 斜面崩壊による道路の亀裂¹³⁾
 (Photo 9.12 Damage to the Road between Houses B and C in Fig.10)

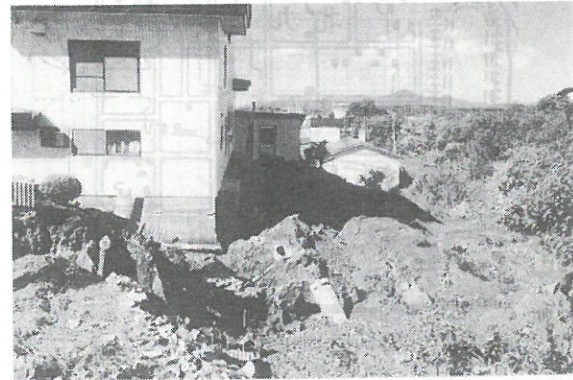


写真 9.13 斜面崩壊による住宅 D の被害¹³⁾
 (Photo 9.13 Damage to House D in Fig.10)

写真9.14は図9.9の②(東9条北7丁目)における高台の斜面の崩壊である。この高台への取付道路には、下方への滑りにより生じたと考えられる横断亀裂が見られた。この場所は住宅地として最近造成された地区で、被害がなかった東側の斜面は地山が露頭しており自然斜面であった。崩壊した箇所の新旧地形図(図9.11)を比較すると、この地点は昭和35年(1960年)の時点では小さな沢になっており、その後宅地造成のために盛土したと思われる。従って、この地点の斜面崩壊は盛土がすべり破壊を起こしたと推定される¹³⁾。

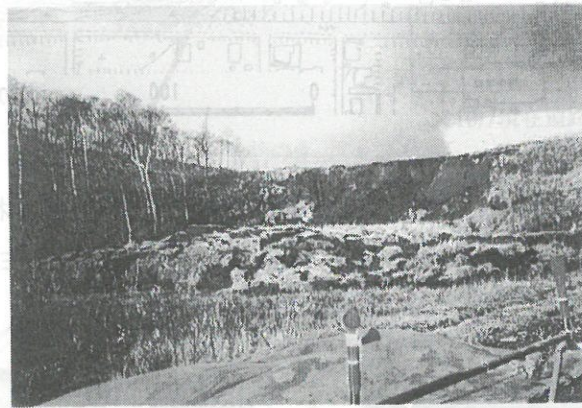


写真9.14 東9条北7丁目における宅地造成斜面の崩壊¹³⁾

(Photo. 9.14 Slope Failure at Higashi 9-jo Kita 7-chome)

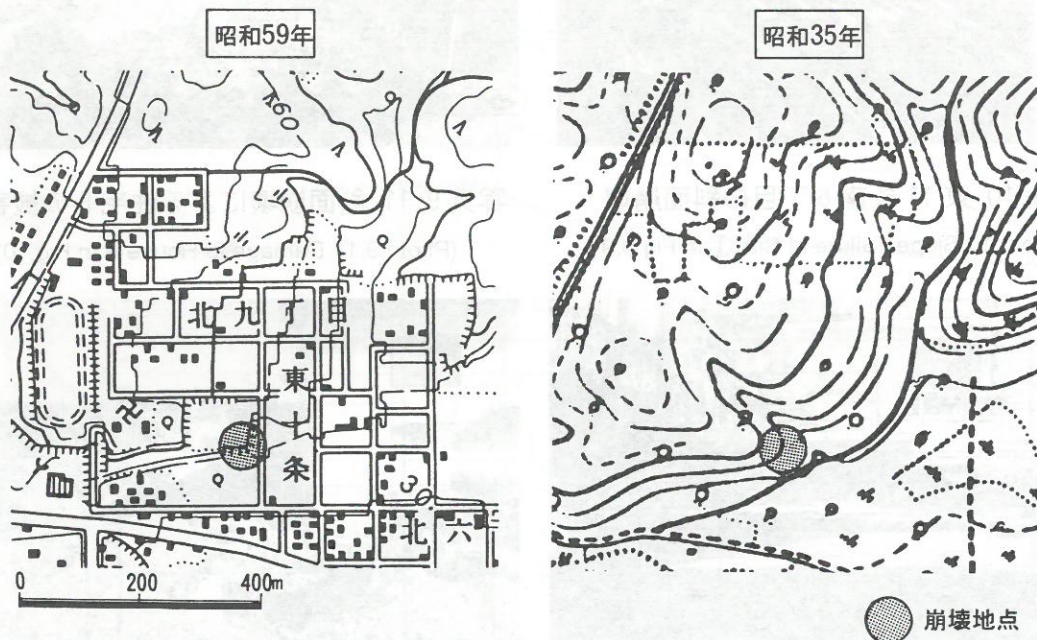


図9.11 東9条北7丁目における斜面崩壊地付近の新旧地形図¹³⁾

(Fig.9.11 Old and Current Topographic Maps around Site Failed at Higashi 9-jo Kita 7-chome)

9.5.2 平地における被害

平地における住宅地の被害の一例として、泥炭の液状化がはじめて確認されたとして報道されたシルバースポーツセンター（位置は図9.9に示す）の被害を、文献13)より抜粋して紹介する。同センターは写真9.15に示すように45 m×36 mのS造平屋建ての体育館(杭基礎)で、1989年に建設された。地震によって駐車場などの敷地の地盤がかなり沈下したほか、屋内床面の周面が最大30cmほど沈下・陥没した。しかし、体育館の構造体には被害はなかったようである。写真9.16は建物の外周の状況であるが、地盤が30cm程度沈下しており、基礎部に泥水がはねたような跡が残っていた。地震後、沈下した部分に砂利を入れたとのことで、噴出した土の状況は写真ではわからない。一部残されていた噴泥の粒度分析結果を図9.12に示す。噴出物は2種類重なり、表面の粘性土は粘土分含有率が48%、砂分は2%しかない粘土であり、下部の砂がちの泥は平均粒径が0.08 mmと細砂に近いが、細粒分が49%もある。いずれも従来の噴砂に比べてかなり細粒分が多い。

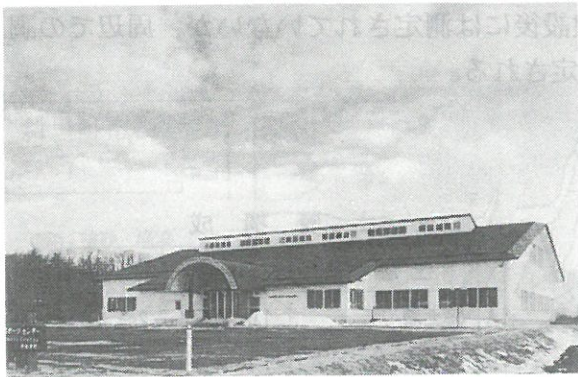


写真 9.15 シルバースポーツセンター¹³⁾
(Photo 9.15 Silver Sports Center)

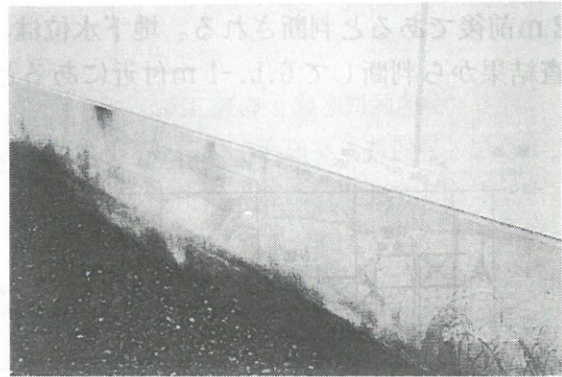


写真 9.16 建物外周に残った泥水の跡¹³⁾
(Photo 9.16 Trace of Mud boils on the Outer Wall)

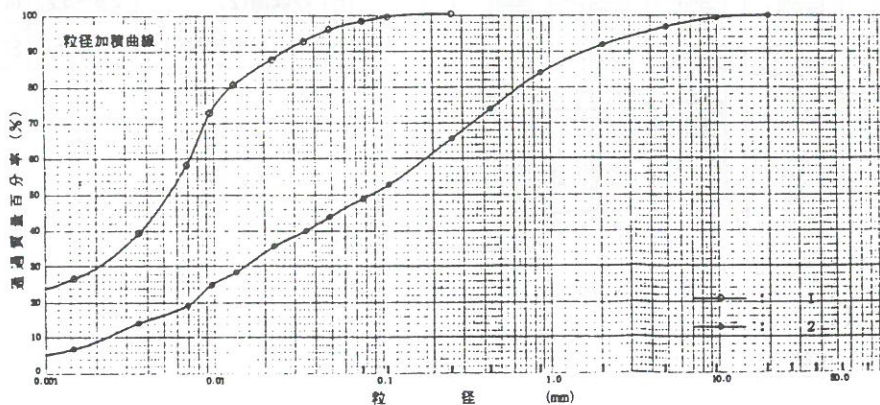


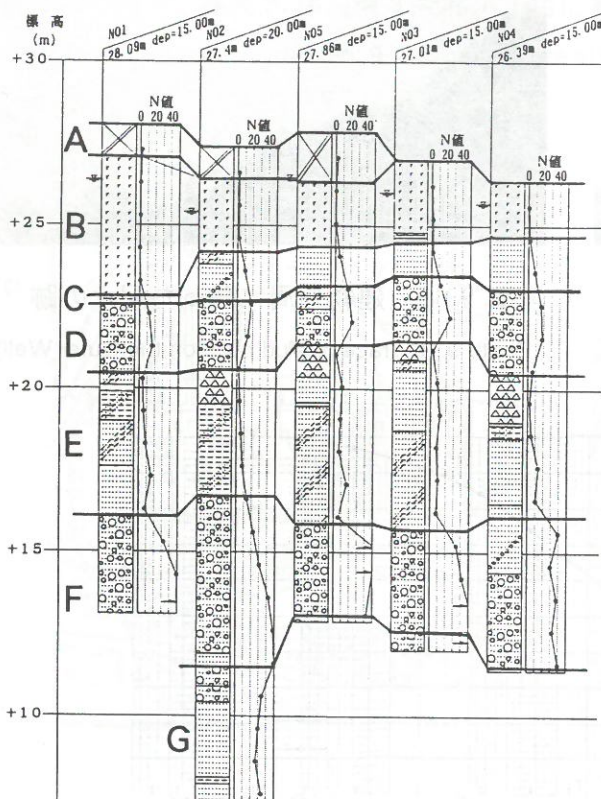
図 9.12 噴出した泥の粒度分布¹³⁾

(Fig.9.12 Grain Size Distribution Curves for Ejected Mud)

以上の諸状況から考えて地盤の液状化が起こったことは確かである。液状化した地層について地盤調査資料に基いて以下に考察してみる。

もともと泥炭地であった敷地は公共工事で発生した残土の捨て場として利用され、1984～1989年までの間に建物直下の半分にあたるA地区に厚さ1m程度で盛土された。盛土の施工は、ダンプで運ばれてきた残土をブルドーザーで整地したのみで転圧はまったく行われていない。盛土材は礫、砂、粘土、火山灰、泥炭などである。その後、センター建設着工時に残るB地区にも盛土を施工し、ブル転圧が行われた。さらに、その上に砂質土からなる建設残土を厚さ0.84mに盛り立て、転圧が行われた。建物と駐車場部分には不同沈下防止用のプラスチックネットを敷き、建物内のゲートボールコートには良質の砂質土と山砂、切り込み砕石、火山灰の順に1.5mの厚さで敷きつめ、ランマー転圧を行って造成された。建物の外周部は1～2m幅で盛土(建設残土)を施工し、周囲より約90cm高くなっている。

図9.13は、同センター建設前の1989年5月に実施された地盤調査から得られた建物基礎地盤の地層構成である。地盤調査は、A地区に厚さ1mの盛土が施工された時点で実施された。地盤は、上部から盛土、泥炭、火山灰質砂、砂礫、火山灰質砂から構成されており、下部の2層は洪積の締まった地層である。現在の盛土厚は、前述の敷地造成経過から2m前後であると判断される。地下水位は、建設後には測定されていないが、周辺での調査結果から判断してG.L.-1m付近にあると推定される。



土層構成

	土層名	層厚(m)	N 値
A	盛土層	1.0～1.5	2～3
B	泥炭層	1.7～4.3	0～2
C	火山灰質砂層(1)	0.3～1.6	2～10
D	砂礫層(1)	1.8～2.6	12～25
E	火山灰質砂層(2)	3.9～5.8	2～17
F	砂礫層(2)	2.9～5.2	14～50以上
G	火山灰質砂層(3)	4.1以上	27～50以上

図9.13 シルバースポーツセンター建屋基礎地盤の地層構成¹³⁾

(Fig.9.13 Soil Profiles of Foundation beneath the Building of Silver Sports Center)

液状化の可能性のある地層は、地層構成やN値からみて盛土層と沖積の火山灰砂層(図9.13中のA, C, E層)である。また、図中Dの砂礫層がこれらの地層が液状化して沈下すると共に、外周部の盛土が外側にすべり出し、盛土層が外側に移動したため、コートの路盤が沈下・陥没したと推定される。建物基礎部に残されていた泥水の跡は、建物と外周部の盛土の相対変位によって、液状化した盛土材から絞り出されたか、または、砂層や砂礫層が液状化して噴出する際に、それより上部の泥炭層を巻き込んで噴出したと解釈できる。

以上のほかに中標津町における被害としては、マンホールの浮き上がり(300基以上)、道路盛土亀裂・崩壊(通行止め21箇所)、標津川堤防の亀裂などが報告されている。また、噴砂が確認された所もあり⁹⁾、家屋や道路被害に液状化が関与したものもあるようである。

9.6 斜里町

斜里町は、知床半島の西側のオホーツク海に面した漁業の町で、震央からは約250km離れている。住宅の被害は半壊11棟、一部損壊33棟(1994年11月30日現在)と比較的少ないが、海岸沿いの一部の地域で激しい液状化被害が発生した。図9.14に主な被害地点を示す。

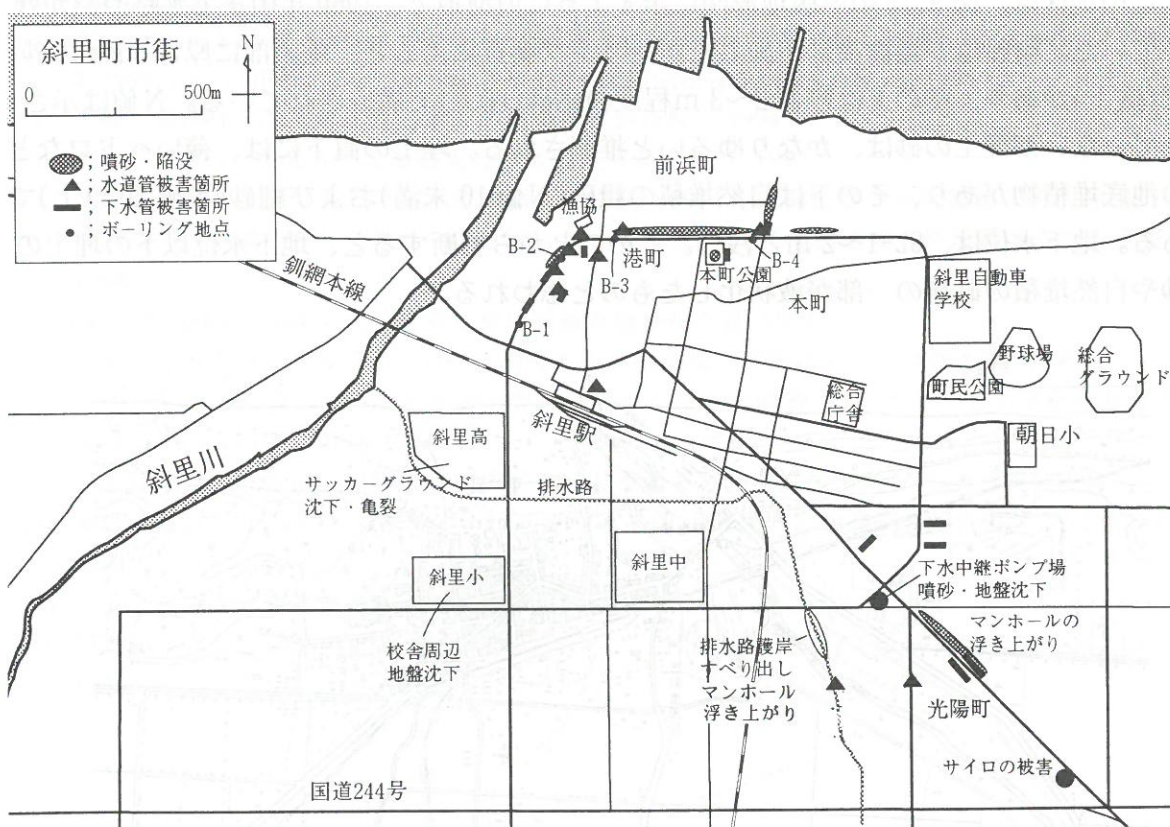


図 9.14 斜里町における主な被害地点

(Fig. 9.14 Map of Shari Showing the Locations of Damaged Sites)

港町・前浜町の道道斜里港線の海側の歩道では 100 m 以上にわたって液状化による噴砂・マンホールおよび下水管渠の浮き上がり、歩道の陥没、電柱の傾斜等の被害を生じた(写真 9.17)。本町公園では孔径 1 m の噴砂孔より多量の砂が噴出し、長径が 10 m にわたって砂が堆積していた(写真 9.18)。この付近では、住宅等の外壁や基礎などの被害が数多く見られた。



写真 9.1 道道斜里線歩道の被害

(Photo 9.17 Damage to Route Shari Line)

この地区は、図 9.15 の旧版地形図に示すように旧河道で、1960 年頃まで水路や沼が残っていた。町役場が地震後に実施したボーリング調査によると、地表部に厚さ 50cm の砂礫(盛土)があり、その下は厚さ 2~3 m 程度の細砂(埋土)で構成されている。N 値は示されていないが埋土の砂は、かなりゆるいと推測される。埋土の直下には、薄いヘドロなどの池底堆積物があり、その下は自然堆積の粗砂(N 値 10 未満)および細砂(N 値 20 以上)である。地下水位は、GL-1~2 m と浅い。このことから判断すると、地下水位以下の埋土の砂や自然堆積の砂層の一部が液状化したものと思われる。

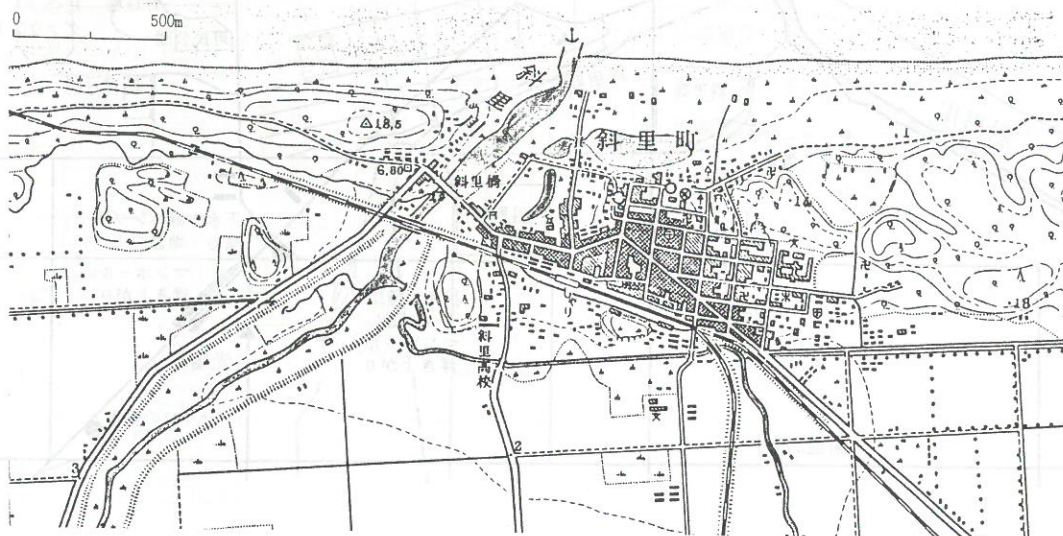


図 9.15 斜里町市街地の造成前の地形図(1958 年, 縮尺 1/2.5 万, 斜里)

(Fig. 9.15 Geographical Map of City Area of Shari in 1958)

町の南東部の光陽町では、道道斜里停車場線路沿いにマンホールの浮き上がりが5箇所連続して見られ、最大で約70cm突出していた。斜里町によれば、マンホールの突出・沈下82箇所、これらを含めて液状化による道路被害は74路線、203箇所に及んでいる¹⁴⁾。

近傍の斜里町農業協同組合の麦乾燥調整貯留施設サイロ(5連2列)が座屈し、基礎に近い部分が損傷していた。周辺地盤では大きな沈下や地割れが報告されており¹²⁾、沿道の波打ちも見られた。また、市街地の東方の朱円西や以久科北の畑地では地割れや噴砂が広範囲に見られた¹⁵⁾。

<参考文献>

- 1) 北海道災害対策連絡本部：平成6年(1994年)北海道東方沖地震に係わる被害状況報告(最終)(平成7年2月28日現在)、1995。
- 2) 1993年地震災害調査委員会：1993年釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書、土質工学会、1994。
- 3) Wakamatsu, K. and Yoshida, N.: Ground deformation and their effects on structures in Midorigaoka District, Kushiro City, during the Kushiro-oki earthquake of January 15, 1993. Proc., 5th US-Japan Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Facilities and Countermeasures for Soil Liquefaction, 1994.
- 4) Wakamatsu, K. and Yoshida, N.: Geotechnical aspect of the Hokkaido-toho-oki earthquake of October 4, 1994, Proc., 7th Int. Conf. on Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 1995.
- 5) 佐藤工業(株)：1994年北海道東方沖地震被害調査報告, 1994.
- 6) 清水建設(株)：平成6年北海道東方沖地震被害調査報告, 1994.
- 7) 北海道大学工学部土木工学科基礎地盤工学講座：1994年北海道東方沖地震被害調査速報, 1994.
- 8) 北浦・宮島・池本・吉田(金沢大・福井高専)：1994年10月4日北海道東方沖地震調査報告速報, 1994.
- 9) 飛島建設(株)：1994年北海道東方沖地震被害調査報告書, 1994.
- 10) パシフィックコンサルタンツ(株)：平成6年北海道東方沖地震被害調査報告書, 1995.
- 11) 森伸一郎：1993年1月15日釧路沖地震における液状化調査、第28回土質工学研究発表会発表講演集、pp. 1091-1094, 1993.
- 12) 日本建築学会北海道支部構造専門委員会：北海道東方沖地震被害調査報告(速報), 1994.
- 13) 基礎地盤コンサルタンツ(株)：平成6年(1994年)北海道東方沖地震調査報告書(社内技術資料), 1994.
- 14) 斜里町役場：北海道東方沖地震被害概要(平成6年11月30日現在), 1994.
- 15) 陶野郁雄ほか：1994年北海道東方沖地震による地盤災害、基礎工 Vol.23, No.2, pp.106-110, 1994.

10. ライフラインの被害

Suzuno YASUDA (Tokyo Denki University)
Yon SAKAMOTO (Hokkaido Electric Power Co., Inc.)
Hiromi NAKAMURA (Chuo-kaijishu Co., Ltd.)
Masakazu IYAMA (Kanazawa University)

ABSTRACT

Water supply facilities, sewage facilities, electrical power supply facilities and telecommunication facilities were damaged during the 1994 Hokkaido-oki earthquake in the eastern part of Hokkaido.

Damage to water supply facilities occurred in Naka-shibetsu Town, Nemuro City, Shibetsu Town, Shari Town, Ishikari City, Nemuro City and Nemuro City on the Kofu grounds where the damage was induced mainly on the pipeline on the pipeline.

The damage in Kushiro City was lighter than the damage during the 1993 Kushiro-oki earthquake. The damage in Kushiro Town and Kushiro City was due to the liquefaction of backfill sands. The damage in Kushiro Town and Kushiro City was lighter than the damage during the 1993 Kushiro-oki earthquake.

Damage to electric power supply facilities occurred at two transformer substations. Distribution facilities were also damaged at many spots. Power failure houses were 4000 which were about 10% less than the power failure houses during the 1993 Kushiro-oki earthquake.

Telecommunication facilities were not damaged in Kushiro City even though the damage during the 1993 Kushiro-oki earthquake was severe.

10. DAMAGE TO LIFELINE FACILITIES

Susumu YASUDA	(Tokyo Denki University)
Yoh SAKAMOTO	(Hokkaido Electric Power Co., Inc.)
Hiroaki NAKAMURA	(Chuo-kaihatsu Co., Ltd.)
Masakatsu MIYAJIMA	(Kanazawa University)

ABSTRACT

Water supply facilities, sewage facilities, electrical power supply facilities and telecommunication facilities were damaged during the 1994 Hokkaido-toho-oki earthquake in the eastern part of Hokkaido.

Damage to water supply facilities occurred in Nakashibetsu Town, Nemuro City, Shibetsu Town, Shari Town, Kushiro City and other towns. Damage was induced mainly on the soft grounds where peat or volcanic ash is deposited and on the liquefied sandy ground. The damage in Kushiro City was lighter than the damage during the 1993 Kushiro-oki earthquake.

Sewage facilities were damaged in Nakashibetsu Town, Shibetsu town, Shari town, Kushiro Town, Kushiro City and other towns. The damage was induced mainly on the peat ground due to the liquefaction of backfill sands. The damage in Kushiro Town and Kushiro City was lighter than the damage during the 1993 Kushiro-oki earthquake.

Damage to electric power supply facilities occurred at two transformer substations. Distribution facilities were also damaged at many sites. Power failure houses were 46,000 which were about 20% less than the power failure houses during the 1993 Kushiro-oki earthquake.

Telecommunication optical fibers were cut due to the settlement of a road embankment in Teshikaga Town and the fall down of a chimney in Bekkai Town. Damage to telecommunication facilities was also induced due to liquefaction and the settlement of bridge approach embankments.

Gas pipes were not damaged in Kushiro City even though the damage during the 1993 Kushiro-oki earthquake was sever.

10.1 被害の概要

ライフラインの被害としては、鉏路市や中標津町、標津町などの道東の市町村において、上下水道、電力、電気通信設備が被害を受けた。各施設によって被害状況、被害の程度は異なった。

上水道施設の被害は中標津町、根室市、標津町、斜里町、厚岸町、鉏路市などで発生した。泥炭や火山灰が堆積した軟弱地盤や、液状化が発生した緩い砂地盤で被害が多く発生した。根室市では1973年根室半島沖地震より被害が多く発生し、鉏路市では1993年鉏路沖地震より被害は軽かった。

下水道施設の被害は鉏路市、鉏路町、中標津町、標津町、斜里町などで発生した。泥炭が堆積した軟弱地盤で被害が多く発生した。ただし、この場合の被害原因は埋戻し土の液状化にあると考えられている。鉏路町や鉏路市では1993年鉏路沖地震の際に大きな被害が発生したが、今回の地震では被害は軽かった。

電力設備の被害としては、宇円別および中標津の変電所で事故が発生し、また、送電・配電設備の被害が発生し、約4万6千戸で停電を生じた。停電戸数は鉏路沖地震に比べて約20%少なかった。

電気通信設備の被害としては、国道391号線茅沼付近で道路盛土の沈下により、地下光ケーブルが1条切断し、本別海付近で集合煙突の倒壊により架空光ケーブルが1条切断した。そのほか、鉏路市や鉏路町で液状化によりマンホール、管路、電柱が被害を受け、弟子屈跨線橋等で橋台裏盛土の沈下による管路設備の被害が発生した。

なお、ガス施設は1993年鉏路沖地震の際鉏路市で大きな被害を受けたが、今回の地震では被害を受けなかった。鉏路沖地震の復旧作業に併せて、損傷の大きかった白鋼管を揺れに強いポリエチレン管に交換し、マイコンメータの普及も行ってきていた。鉏路市では鉏路沖地震の際より地震動が小さかったことに加えて、このような保安対策強化が功を奏して被害がなかったのではないかと考えられている。

10.2 上水道の被害

10.2.1 被害の概要

今回の地震で、道東の各市町村において上水道の被害が発生した。被害の特徴として、この地域特有の泥炭地や火山灰地などの軟弱地盤や、液状化の発生した地域に多くの被害が発生していることが挙げられる。被害を受けた管種は、主として石綿セメント管(ACP)や塩化ビニル管(VP)であり、耐震強度の比較的低い管路が破損しているといえる。

以下では、鉏路市、根室市、厚岸町、中標津町、標津町、斜里町における、主に埋設配水管路の被害状況を報告する。

10.2.2 釧路市における施設および被害の概要

施設の概要 1.01

釧路市上水道は、釧路市内の約20万人に給水を行っており、1日平均配水量は約74,000 m³である。上水道配水管の管路総延長は701,349mである。管種・管径ごとの敷設延長距離を表-10.1に示す。ダクタイル鋳鉄管(DCIP)が51.8%、ポリエチレン管(PP)が26.2%、鋳鉄管(CIP)が18.2%、石綿セメント管(ACP)が2.3%、鋼管(SP)が1.5%、塩化ビニル管(VP)が0.1%などとなっている。

表-10.1 釧路市における管種・管径別の配水管の敷設延長(釧路市¹⁾による)

(Table 10.1 Pipe Length of Water Distribution Pipes in Kushiro City¹⁾)

(平成6年4月1日現在)

口径 mm	敷 設 延 長 距 離 (m)							計	敷設割合(%)
	ポリエチレン管	鋼管	ステンレス管	塩ビ管	石綿管	鋳鉄管	ダクタイル管		
50	183,818							183,818	26.2%
75					4,787	5,356	11,924	22,067	3.1%
100		106			6,777	64,922	200,160	271,965	38.8%
125					430	6,297		6,727	1.0%
150		80		910	2,285	22,439	62,883	88,597	12.6%
200		20	21		498	13,041	26,653	40,233	5.7%
250		287			1,200	6,321	16,392	24,200	3.5%
300		39	30			3,130	25,417	28,616	4.1%
350		728				2,532	2,005	5,265	0.8%
400		2,573				473	4,876	7,922	1.1%
450		839				1,675	6,515	9,029	1.3%
500		867					5,272	6,139	0.9%
550						1,207		1,207	0.2%
700		2,628					264	2,892	0.4%
800		2,072					600	2,672	0.4%
計	183,818	10,239	51	910	15,977	127,393	362,961	701,349	100.0%
敷設割合(%)	26.2%	1.5%	0.0%	0.1%	2.3%	18.2%	51.8%	100.0%	

今回の地震により被害を受けた上水道施設は36箇所¹⁾あり、そのうち配水管被害は9箇所、属具(消火栓・止水栓)の被害3箇所を除く管路自体の被害数は6箇所である。1993年釧路沖地震における配水管被害箇所数は32箇所であったので、今回の方が被害箇所数が非常に少なくなっている。これは、釧路沖地震の最大水平加速度記録が919galあり、今回の地震の約2倍の地震動の大きさであったこと、老朽化などによる弱点を有していた管路が、釧路沖地震で既に破損してしまっていたこと、などによると考えられる。上水道配水

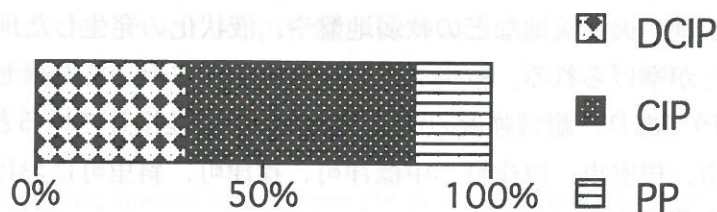


図-10.1 釧路市における配水管の管種別被害割合

(Fig.10.1 Percentage of Pipe Failure to Type in Kushiro City)

管被害の管種別内訳を図-10.1に示す。これによると、铸铁管(CIP)の被害が全体の半分を占めている。被害率（敷設距離1km当たりの被害箇所数）は全体で0.009（箇所/km）である。管種・管径別の被害率を図-10.2、図-10.3に示す。管径が大きくなるほど被害率が高くなっているのは、被害数そのものは実際は少ないものの、管径が大きくなるほど敷設距離が非常に短いので、その結果被害率が大きく現れてしまうものと考えられる。

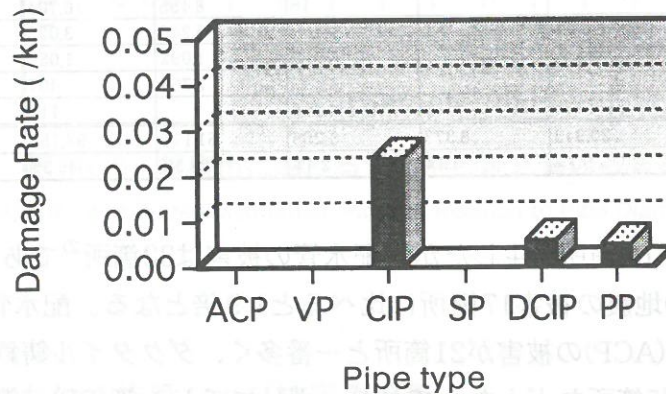


図-10.2 釧路市における管種別の配水管の被害率

(Fig.10.2 Damage Rate of Water Distribution Pipes In Relation to Pipe Type in Kushiro City)

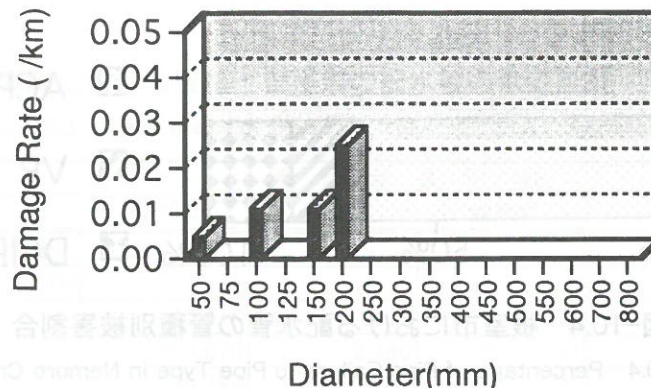


図-10.3 釧路市における管径別の配水管の被害率

(Fig.10.3 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Diameter in Kushiro City)

10.2.3 根室市における施設および被害の概要

根室市の上水道配水管の管路総延長は216,544mである。管種・管径ごとの敷設延長距離を表-10.2に示す。ダクタイル铸铁管(DCIP)が45.3%、石綿セメント管(ACP)が28.3%、ポリエチレン管(PP)が10.5%、塩化ビニル管(VP)が9.7%、鋼管(SP)が3.9%、鉛管(LP)が2.4%となっている。

表-10.2 根室市における管種・管径別の配水管の敷設延長 (根室市²⁾による)

(Table 10.2 Pipe Length of Water Distribution Pipes in Nemuro City²⁾)

口径 mm	敷設延長距離(m)						計	敷設割合(%)
	ポリエチレン管	塩ビ管	鋼管	鉛管	石綿管	ダクタイル鋳鉄管		
40	1,057	235		45			1,337	0.6%
50	21,618	9,153		517			31,288	14.4%
75		3,903	4,817	55	15,627	27,232	51,634	23.8%
100		4,079	3,094	58	11,151	24,335	42,717	19.7%
150		3,573	462	100	16,847	25,297	46,279	21.4%
200				16	8,455	16,704	25,175	11.6%
250					5,240	3,022	8,262	3.8%
300					1,092	1,054	2,146	1.0%
350					2,764	407	3,171	1.5%
450				4,418		117	4,535	2.1%
計	22,675	20,943	8,373	5,209	61,176	98,168	216,544	100.0%
敷設割合(%)	10.5%	9.7%	3.9%	2.4%	28.3%	45.3%	100.0%	

上水道施設被害が161箇所発生したが、配水管の被害は32箇所²⁾である。これは、1973年北海道根室半島沖地震の被害17箇所²⁾に比べると1.9倍となる。配水管被害の内訳を図-10.4に示す。石綿管(ACP)の被害が21箇所と一番多く、ダクタイル鋳鉄管(DCIP)が6箇所、塩化ビニル管(VP)が5箇所などとなっており、ポリエチレン管(PP)、鋼管(SP)などには被害が発生していない。管種・管径別の被害率を図-10.5、図-10.6に示す。管径別では、φ100mmの被害率が最も大きい。なお、全体の被害率は0.148 (箇所/km) となっている。

根室市の被害箇所は、他地区と異なり市街地に集中して見られ、比較的地盤は良好な台地・丘陵地の急崖部肩や直下に集中しているのが特徴である。

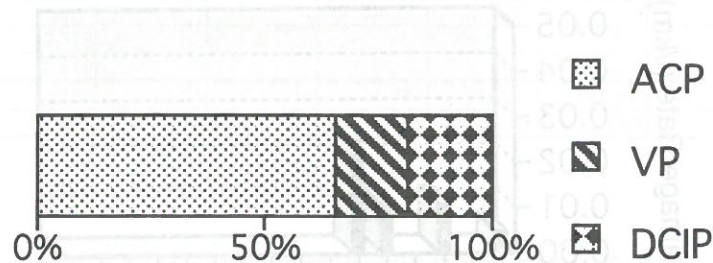


図-10.4 根室市における配水管の管種別被害割合

(Fig.10.4 Percentage of Pipe Failure to Pipe Type in Nemuro City)

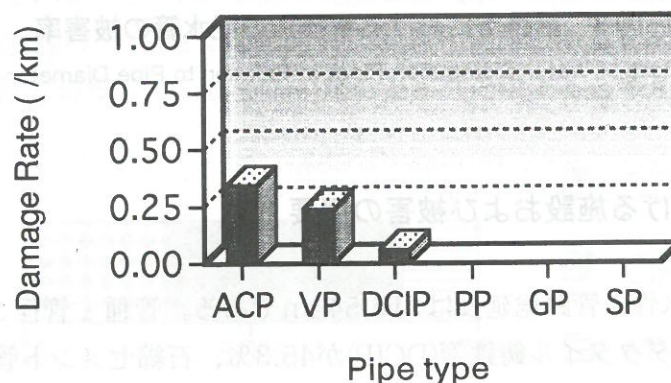


図-10.5 根室市における管種別の配水管の被害率

(Fig.10.5 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Type in Nemuro City)

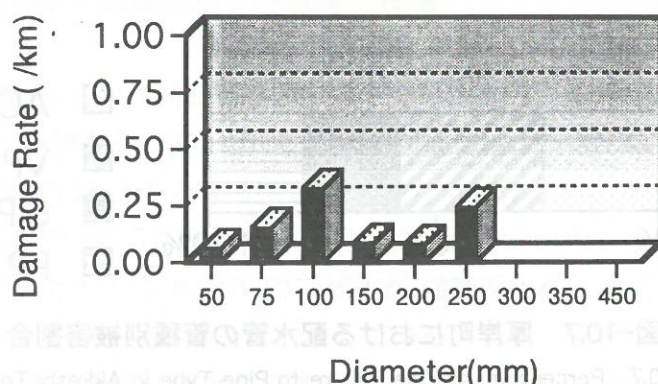


図-10.6 根室市における管径別の配水管の被害率

(Fig.10.6 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Diameter in Nemuro City)

10.2.4 厚岸町における施設および被害の概要

厚岸町の上水道配水管の管路総延長は80,138mである。管種・管径ごとの敷設延長距離を表-10.3に示す。塩化ビニル管(VP)が60.4%、ポリエチレン管(PP)が25.2%、石綿セメント管(ACP)が9.6%、铸铁管(CIP)が4.8%となっている。

表-10.3 厚岸町における管種・管径別の配水管の敷設延長(厚岸町³⁾による)

(Table 10.3 Pipe Length of Water Distribution Pipes in Akkeshi Town³⁾)

口径 mm	敷 設 延 長 距 離(m)				計	敷設割合(%)
	ポリエチレン管	塩ビ管	石綿管	铸铁管		
40	3,886				3,886	4.8%
50	16,304				16,304	20.3%
75		10,910	400	70	11,380	14.2%
100		16,679	2,940	94	19,713	24.6%
125		20,284	1,220	421	21,925	27.4%
150		530	420	1,300	2,250	2.8%
200			2,710	1,050	3,760	4.7%
250				420	420	0.5%
300				500	500	0.6%
計	20,190	48,403	7,690	3,855	80,138	100.0%
敷設割合(%)	25.2%	60.4%	9.6%	4.8%	100.0%	

上水道施設被害30箇所のうち配水管被害は19箇所³⁾であった。配水管被害の内訳を図-10.7に示す。塩化ビニル管(VP)の被害が6箇所、石綿管(ACP)の被害が5箇所、铸铁管(CIP)、ポリエチレン管(PP)がそれぞれ4箇所となっている。管種・管径別の被害率を図-10.8、図-10.9に示す。

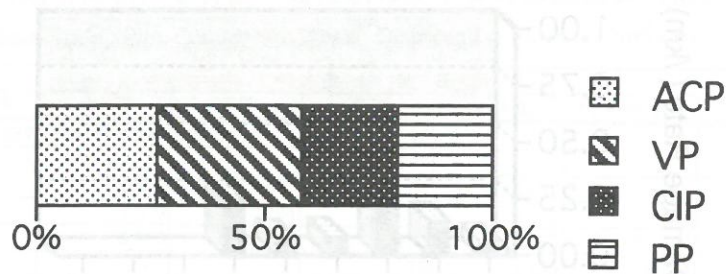


図-10.7 厚岸町における配水管の管種別被害割合
(Fig.10.7 Percentage of Pipe Failure to Pipe Type in Akkeshi Town)

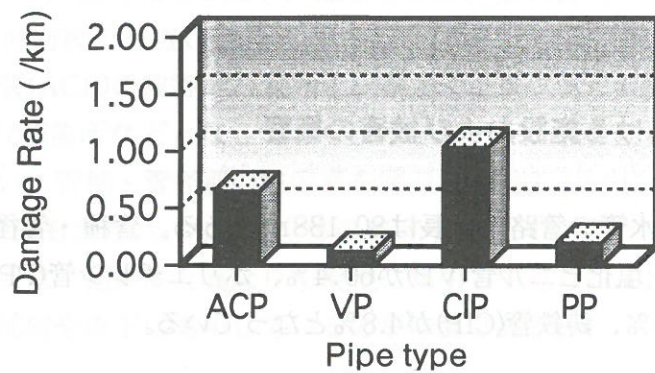


図-10.8 厚岸町における管種別の配水管の被害率
(Fig.10.8 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Type in Akkeshi Town)

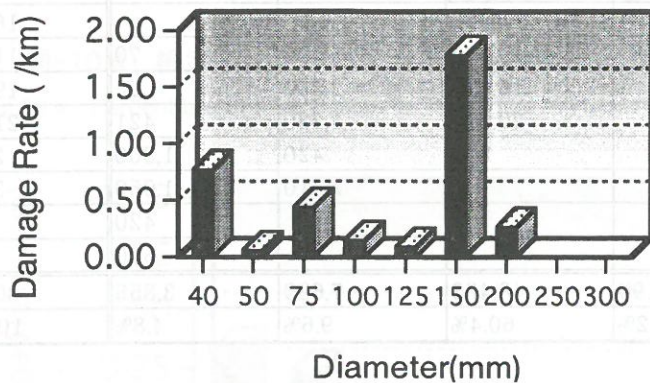


図-10.9 厚岸町における管径別の配水管の被害率
(Fig.10.9 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Diameter in Akkeshi Town)

全体の被害率は0.237 (箇所/km) である。管種別では、図-10.8に示すように铸铁管 (CIP)の被害率が1.038 (箇所/km) と比較的大きな値となっている。

10.2.5 中標津町における施設および被害の概要

中標津町の上水道配水管の管路総延長は104,922mである。管種は、塩化ビニル管(VP)が59.1%、ダクタイル鋳鉄管(DCIP)が32.7%、石綿セメント管(ACP)が7.0%、鋳鉄管(CIP)が1.0%、鋼管(SP)が0.1%となっている⁴⁾。

上水道施設被害142箇所のうち配水管被害は44箇所⁴⁾であった。上水道配水管被害の内訳を図-10.10に示す。塩化ビニル管(VP)の被害が33箇所と最も多く、石綿管(ACP)とダクタイル鋳鉄管(CIP)の被害が4箇所などとなっている。管種・管径別の被害率を図-10.11、図-10.12に示す。敷設距離1km当たりの被害率は0.411(箇所/km)となっている。管種別では、図-10.11に示すように鋼管の被害率が非常に大きく見えるが、これは敷設距離が約100mと非常に短いことに起因している。管径別では、図-10.12に示すように全体としては管径が大きくなるほど被害率は小さくなる傾向がある。

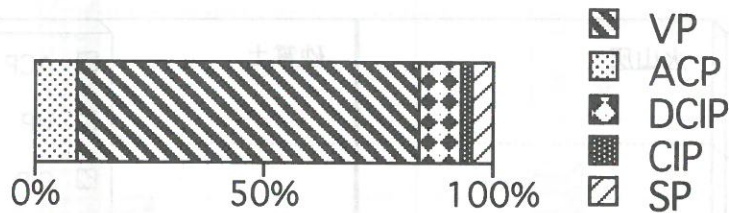


図-10.10 中標津町における配水管の管種別被害割合(中標津町⁴⁾による)

(Fig.10.10 Percentage of Pipe Failure to Pipe Type in Nakashibetsu Town⁴⁾)

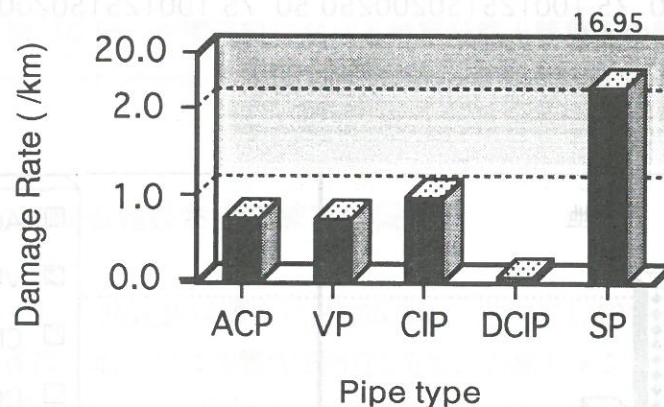


図-10.11 中標津町における管種別の配水管の被害率

(Fig.10.11 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Type in Nakashibetsu Town)

被害は泥炭が厚く堆積している地区に集中して発生した。また、泥炭地に盛土をした地区で地盤沈下により導水管の継手離脱が発生し、多くの家庭で断水が生じた。中標津町が取りまとめた地盤条件と管種管径別被害数との関係を図-10.13に示す。同図によれば、泥

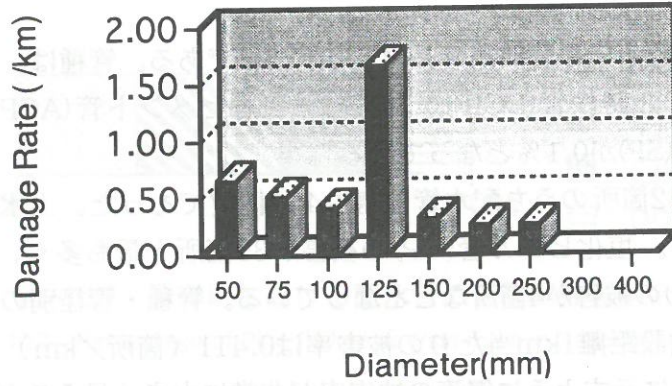


図-10.12 中標津町における管径別の配水管の被害率
 (Fig.10.12 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Diameter in Nakashibetsu Town)

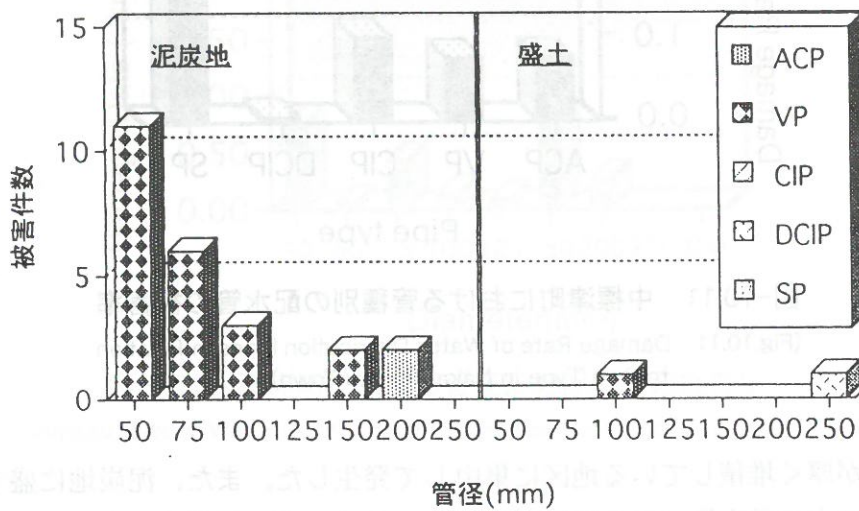
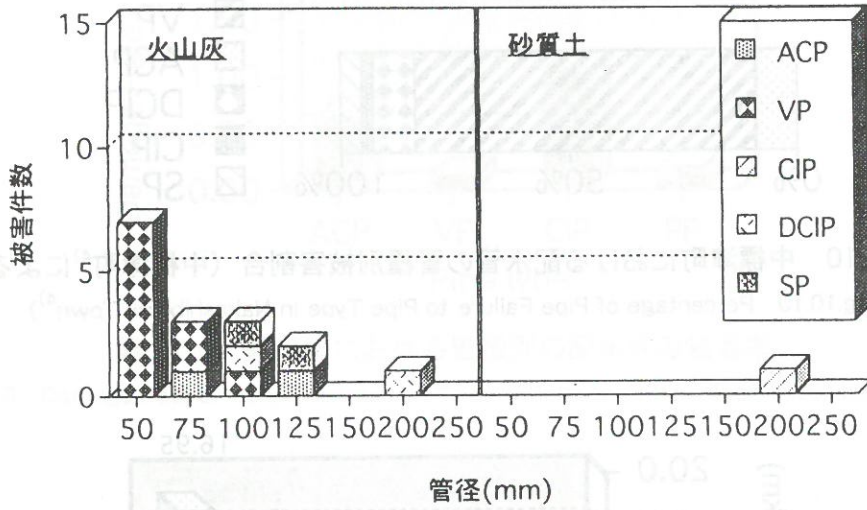


図-10.13 中標津町における地盤条件と被害件数との管径
 (Fig.10.13 Relationship between Number of Pipe Damage and Ground Conditions in Nakashibetsu Town)

炭地における被害の割合が50%を越えており、火山灰地における被害とあわせると全体の被害の93%を占めることになる。同町の地盤形態は地盤柱状図を見る限り、管路埋設位置周辺の地盤は泥炭地や火山灰土ばかりではなく、砂質土の割合も決して少なくない。ただし、同町の砂質地盤はN値10以上の地盤が比較的多く、液状化の可能性は小さい。また、火山灰地では、鑄鉄管(CIP)以外の管路はすべて被害を受けているのに対して、泥炭地では被害のほとんどが塩化ビニル管(VP)となっている。

被害形態別の管種管径別被害数を図-10.14に示す。同図によれば、被害形態別では小口径管ほど管体破損による被害の割合が大きいことがいえる。小口径管には、比較的安価な塩化ビニル管(VP)を用いることが多く、この耐震強度はダクタイル鑄鉄管(DCIP)などと比べ小さいためと考えられる。

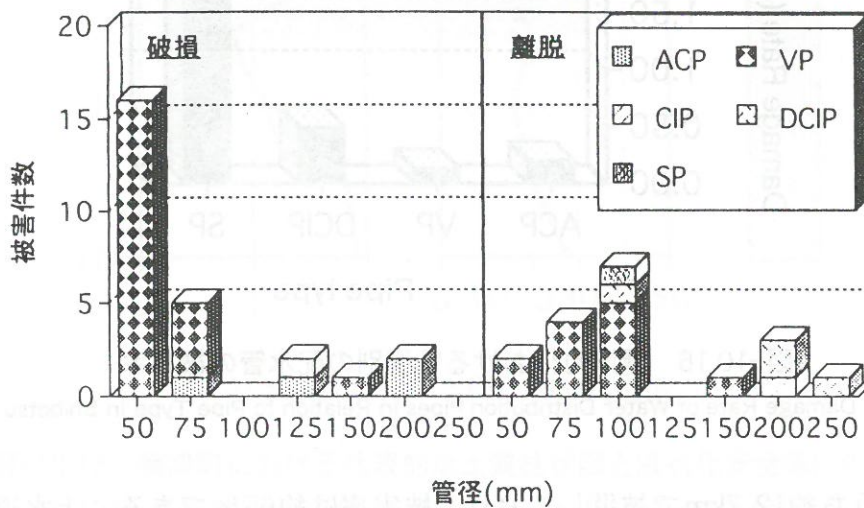


図-10.14 中標津町における被害形態と管種との関係

(Fig.10.14 Relationship between Failure Type of Pipe and Pipe Type in Nakashibetsu Town)

10.2.6 標津町における施設および被害の概要

標津町の簡易水道の管路延長は導水管1,165.8m、送水管1,401m、配水管69,286mである。配水管の管種は、塩化ビニル管(VP)が73.5%、石綿セメント管(ACP)が21.0%、ダクタイル鑄鉄管(DCIP)が2.9%、鋼管(SP)が2.6%となっている⁵⁾。

泥炭地と普通地盤（火山灰と腐植土からなる）の境界付近で被害が多かったようである。配水管の被害は14箇所⁵⁾で発生している。上水道配水管被害の内訳を図-10.15に示す。塩化ビニル管(VP)の被害が7箇所と最も多く、次に石綿管(ACP)と鋼管(SP)の被害が3箇所などとなっている。管種別の被害率を図-10.16に示す。全体の被害率は0.202（箇所/km）となっている。図-10.16に示すように鋼管(SP)の被害率が1.640（箇所/km）となっているのは、釧路市の場合と同様に鋼管の敷設延長距離の短かさが大きく影響しているためと考えられる。また、同町の下水道管路被害と比較すると、下水道管路の敷設延長全

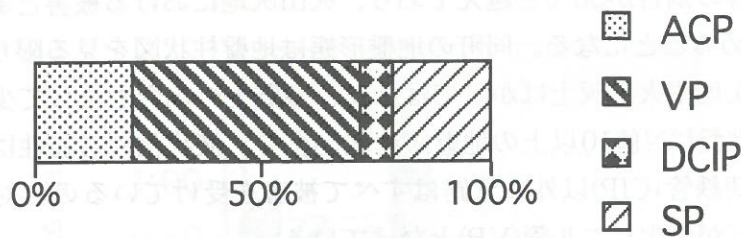


図-10.15 標津町における配水管の管種別被害割合 (標津町⁵⁾による)

(Fig.10.15 Percentage of Pipe Failure to Pipe Type in Shibetsu Town⁵⁾)

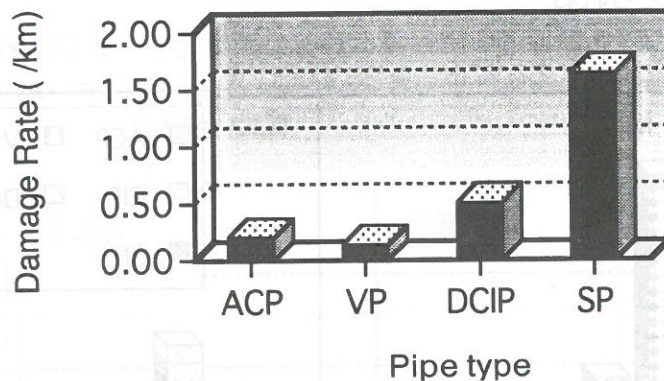


図-10.16 標津町における管種別の配水管の被害率

(Fig.10.16 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Type in Shibetsu Town)

長19.2kmのうち約12.7kmで被災しており、被害率は約65%である。上水道管路は約5kmに1箇所の割合で被災しているのに比べると、直接には比較できないが、下水道管路の方が上水道管路より被害の程度が大きいのではないかと考えられる。図-10.17に、標津町における土質柱状図と液状化安全率 F_L の一例を示す。なお F_L の計算においては、根室測候所で得られた強震記録をもとに、距離減衰と標津町の表層地盤における地震動増幅を考慮して、標津町の地表面での最大加速度を推定し、それと代表的な土質柱状図から F_L を求めている。同図に示すように、上水道管路の埋設されているGL-1.5m前後は泥炭層であり、液状化の危険性は小さいが、下水道管路が埋設されているGL-3mから-5m付近では液状化するような緩い砂層がある。したがって、液状化による地盤変状の影響が下水道管路に比べて上水道管路は小さかったものと考えられる。ただし、非常に緩い泥炭地に砂で埋め戻して管路を敷設した箇所で、埋め戻し砂が液状化したことにより管路が蛇行し、被災した例も報告されている。

10.2.7 斜里町における施設および被害の概要

斜里町の水道施設は、上水道とウトロ簡易水道からなっている。斜里町上水道の給水人口は10,933人、1日平均配水量は3,938 m^3 である。また、ウトロ上水道のそれらは、それぞれ1,381人、1,705 m^3 である。それぞれの配水管路延長は、斜里町上水道が62,851m、

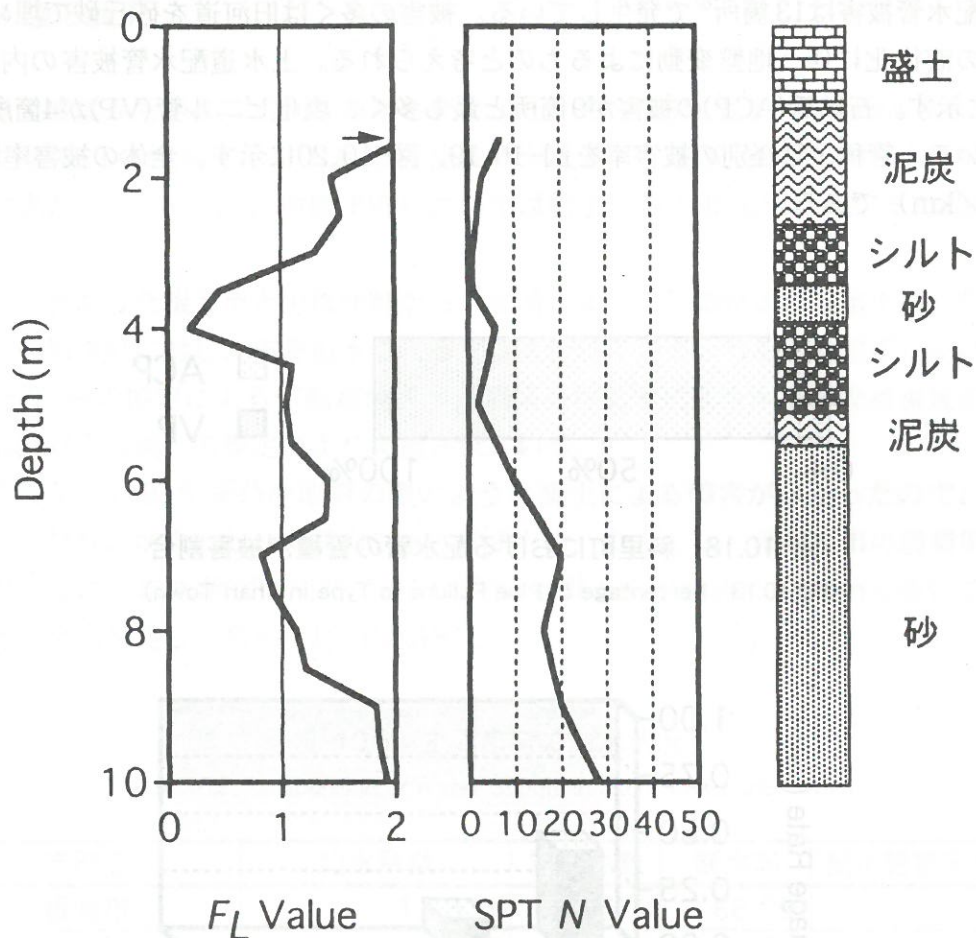


図-10.17 標津町における代表的な土質柱状図と液状化安全率 F_L の分布
 (Fig.10.17 Typical Soil Profile and Distribution of F_L -Value in Shibetsu Town)

ウト口簡易水道が13,891mであり、両者を合計した管種・管径ごとの敷設延長距離を表-10.4に示す。配水管の管種は、塩化ビニル管(VP)が41.9%、石綿セメント管(ACP)が27.8%、铸铁管(CIP)が26.5%、鋼管(SP)が1.7%、ポリエチレン管(PP)が3.8%となっている。

表-10.4 斜里町における管種・管径別の配水管の敷設延長 (斜里町⁶⁾による)
 (Table 10.4 Pipe Length of Water Distribution Pipes in Shari Town⁶⁾)

口径 mm	管種別敷設距離 (m)					計	敷設割合(%)
	ポリエチレン管	塩ビ管	石綿管	铸铁管			
50	2,930	11,119	0	8	14,057	18.3%	
75	0	4,394	7,393	1,996	13,783	18.0%	
100	0	9,971	4,367	2,660	16,998	22.1%	
125	0	0	190	514	704	0.9%	
150	0	6,641	275	1,295	8,211	10.7%	
200	0	0	365	4,365	4,730	6.2%	
250	0	0	0	1,156	1,156	1.5%	
300	0	0	8,780	8,323	17,103	22.3%	
計	2,930	32,125	21,370	20,317	76,742	100.0%	
敷設割合(%)	3.8%	41.9%	27.8%	26.5%	100.0%		

水道配水管被害は13箇所⁶⁾で発生している。被害の多くは旧河道を砂丘砂で埋め立てた所などの液状化に伴う地盤変動によるものと考えられる。上水道配水管被害の内訳を図-10.18に示す。石綿管(ACP)の被害が9箇所と最も多く、塩化ビニル管(VP)が4箇所などとなっている。管種・管径別の被害率を図-10.19、図-10.20に示す。全体の被害率は0.169(箇所/km)である。

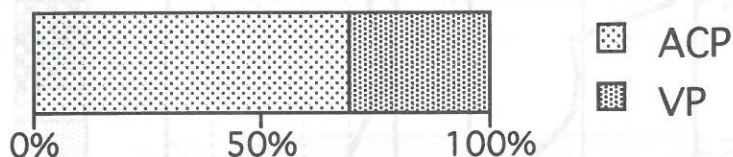


図-10.18 斜里町における配水管の管種別被害割合

(Fig.10.18 Percentage of Pipe Failure to Type in Shari Town)

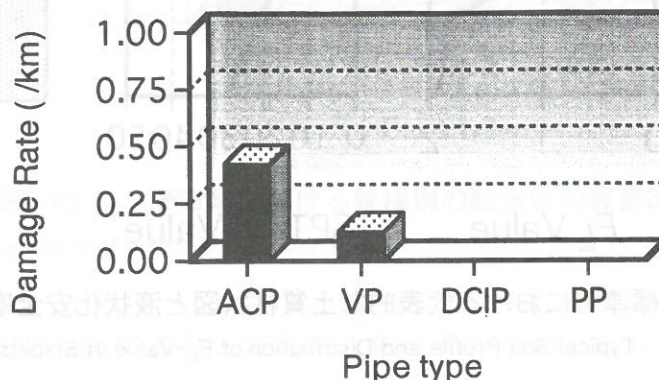


図-10.19 斜里町における管種別の配水管の被害率

(Fig.10.19 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Type in Shari Town)

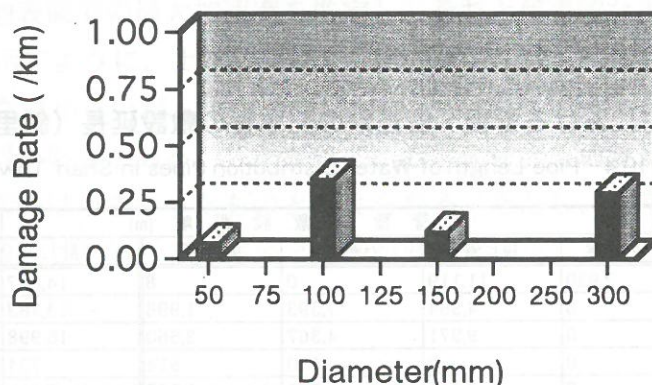


図-10.20 斜里町における管径別の配水管の被害率

(Fig.10.20 Damage Rate of Water Distribution Pipes in Relation to Pipe Diameter in Shari Town)

10.2.8 復旧状況

地震発生直後から道東の各地で断水が発生した。表-10.5に主要市町の断水状況を示す。震源地に最も近い根室支庁における機能被害が大きく、根室市においては給水戸数の68.0%にあたる9,070戸が、中標津町においては給水戸数の91.6%にあたる7,230戸が断水した。

被害の大きかった根室市と中標津町からの要請によって、釧路市が根室市に、帯広市と北見市が中標津町に対し、応急給水による支援を行っている。なお、釧路市における支援は、2市8町1村の協定による“根釧地区水道協議会震災等に伴う水道施設被害復旧に関する相互応援対策要綱”の規定により実施されている。

復旧作業は、1993年釧路沖地震の際のような凍土による障害がなかったため、比較的効率よく行われ、地震後数日で概ね断水は解消した。ただし、一部根室市の農業用水による給水地区では、取水源が摩周湖で送配水管が原野と山中を通り130kmと長いことから漏水点検に時間を要し、断水が10日間継続した。

表-10.5 主要市町の断水状況

(Table 10.5 Suspension of Water Supply in Major Cities and Towns)

市町名	給水戸数	断水戸数	断水率	配水管被害件数
根室市	13,338	9,070	68.0%	28
中標津町	7,896	7,230	91.6%	44
斜里町	一時的に		100%	13
釧路市	—	45	—	9
釧路町	4,918	1,483	30.2%	5
厚岸町	4,633	8	0.2%	1
白糖町	4,370	13	0.3%	1

10.3 下水道の被害

10.3.1 被害の概要

下水道の被害は道東の釧路市、釧路町、標茶町、阿寒町、中標津町、標津町、斜里町、根室市、別海町で発生した。これらの内、標津町、中標津町の被害が最も甚大であった。下水管渠の被害に加えて、釧路沖地震の際に釧路町や釧路市で発生したマンホールの浮上りもこれらの町などで発生した。釧路市や釧路町では1993年釧路沖地震の際に甚大な被害を受けたが、今回の地震ではこれに比べて被害は軽かった。

被害は泥炭が堆積している軟弱な地盤で多く発生し、液状化が発生した緩い砂地盤でも

発生した。なお、泥炭地盤における被害の直接の原因は埋戻し土の液状化にあるのではないかと考えられる。

以下には、調査を行った釧路市、釧路町、中標津町、標津町、斜里町の被害状況と、被害と地盤の関係について述べる。

10.3.2 釧路市および釧路町における被害と地盤の関係

釧路市および釧路町における被災当時の管渠延長、および今回の地震による被災概要を示すと表-10.6となる。

表-10.6 釧路市および釧路町における管渠延長および被災延長（釧路市¹⁾による）

(Table 10.6 Sewage Facilities in Kushiro City and Kushiro Town, and Their Damage During the 1994 Hokkaido-toho-oki Earthquake¹⁾)

	釧路市		釧路町
	被災当時の管渠延長	合流	161.2km
	汚水	453.8km	49.9km
	雨水	332.5km	32.0km
被災した管渠区間数	104区間		6区間
被災した管渠の延長	合流		
	汚水	6.4km	856m
	雨水		
被災したマンホール	446箇所		223箇所

釧路市では104箇所の下水道管渠が被害を受けた。被災箇所を示すと図-10.21となる。図に示されるように、被害を多く受けた地区は、美原などの低地部と緑ヶ岡や武佐などの台地部である。これらは1993年釧路沖地震で被害を多く受けた地区とかなり一致している。同図および表-10.7には管渠の浮上り量も示している。管渠の被災状況としては管内補修が多く、釧路沖地震で多く発生した浮上りは今回は大したことはなかった。

釧路町では下水道管渠は6箇所で被害を受けた。被災箇所を示すと、図-10.22となる。被災地区は釧路沖地震の際と同様に、旧釧路川右岸の低地部である。ただし、各被災箇所は釧路沖地震での被災箇所とは異なっていた。同図には管渠の浮上り量も示す。被災箇所では20cm~40cm程度浮き上がっていた。最大の浮上り量は新開7丁目における43cmであるが、その箇所での浮き上がり状況を示すと図-10.23となる。このように、管渠は浮き上がっていたものの、その量は釧路沖地震の時の浮上り量に比べて小さかった。また、釧路沖地震で見られたマンホールの浮上りはなかった。なお、釧路沖地震でマンホールが浮

(国土地理院 5 万分の 1 地形図を利用)



図-10.21 釧路市における下水道管渠被害箇所 (釧路市¹⁾による)

(Fig.10.21 Locations of Damaged Sewage Pipes in Kushiro City¹⁾)

番号	管径 (mm)	埋設深度 (m)	鉛直量(cm)	
			浮上(+), 沈下(-)	鉛直量(cm)
96	vu200	4.0~4.1	—	—
97	HP250	3.6~4.5	—	157
98	HP250	1.5~1.8	—	—
99	1号人孔~4号人孔	—	—	—
100	1号人孔~4号人孔	—	—	—
101	1号人孔~4号人孔	—	—	—
102	450	—	—	—
103	—	—	—	—
104	—	—	—	—

表中の地点番号は、図-10.21中の番号に該当している。

番号に () を付けた箇所は、1993年釧路沖地震でも被害を受けた。

表-10.7 釧路市における下水管渠の被災状況 (釧路市¹⁾による)
(Table 10.7 Damage of Sewage Pipes in Kushiro City¹⁾)

番号	管径 (mm)	埋設深度 (m)	鉛直量(cm)	
			浮上(+), 沈下(-)	鉛直量(cm)
49	HP250	2.0~2.1	—	—
50	HP250	2.6~3.7	77.3	—
51	HP700	2.6~3.2	-35	—
52	HP600	2.7~4.9	98.6	—
53	HP250	1.6~2.7	18.9	—
54	HP250	1.6~2.9	60.5	—
55	HP250	2.0~2.2	—	—
56	HP250	1.3~1.9	-25.2	—
57	vu200	2.6~2.6	4	—
58	HP250	1.2~1.3	30.5	—
59	HP350	1.5~1.6	—	—
60	HP250	2.9~3.0	35.9	—
61	HP250	2.7~3.2	25	—
62 (6)	HP250	2.7~3.1	22.8	—
63	HP250	1.4~1.7	54.5	—
64	HP250	2.3~2.4	18	—
65	HP250	1.6~1.8	23	—
66 (7)	HP200	1.6~2.1	-10.3	—
67	HP250	1.5~1.7	16.1	—
68	HP250	1.5~1.6	6	—
69	HP250	2.1~2.4	43.7	—
70	vu200	1.5~1.5	0	—
71	HP250	2.5~3.9	41	—
72	HP250	1.6~2.0	40	—
73	HP250	3.7~4.7	89	—
74 (8)	HP250	1.9~2.3	10.1	—
75	HP200	1.9~2.1	0	—
76 (9)	HP250	1.9~3.1	0	—
77	HP250	1.9~2.9	12.4	—
78	HP250	1.3~2.2	20	—
79	HP250	1.5~1.8	—	—
80	HP350	1.6~1.8	13.9	—
81	HP250	2.9~3.1	8.9	—
82	HP250	2.2~2.7	15	—
83	HP250	1.7~3.1	-18.0	—
84	HP250	1.6~1.9	—	—
85	HP250	2.3~2.4	22.1	—
86	HP350	1.8~2.0	—	—
87	HP300	1.8~1.9	—	—
88	HP250	1.4~1.5	4.9	—
89	HP250	3.4~3.5	—	—
90	HP250	1.9~2.3	—	—
91	HP250	3.8~4.0	—	—
92	HP200	1.7~4.1	—	—
93	vu200	2.6~3.0	9	—
94	vu200	2.8~2.9	—	—
95	vu200	2.5~2.7	5	—
	vu200	3.7~3.8	6.4	—
1	vu200	3.4~3.7	13.5	—
2	vu200	2.8~2.9	6.7	—
3	vu200	2.3~2.4	24	—
4	vu200	1.7~1.9	10	—
5	HP250	2.9~3.9	—	—
6	HP300	3.5~4.1	-14.5	—
7	HP250	2.2~2.7	—	—
8	HP300	3.1~3.2	—	—
9	HP300	2.9~3.4	4	—
10	vu200	1.9~2.3	26.3	—
11	HP250	2.1~2.3	32.3	—
12	vu250	2.1~2.2	7.8	—
13 (1)	vu250	2.0~2.2	-8.8	—
14	HP250	3.1~3.5	24.5	—
15	vu250	3.5~3.6	23.5	—
16	vu250	3.0~3.3	40.9	—
17	vu250	2.3~2.7	35.5	—
18 (10)	HP250	5.5~5.9	20.2	—
19	HP250	3.0~3.4	20.3	—
20	HP250	2.7~2.9	25	—
21 (2)	HP250	2.3~2.9	13.5	—
22	vu250	2.5~2.8	13.3	—
23 (3)	vu250	3.2~3.9	8.9	—
	vu300	3.3~3.7	—	—
24 (4)	vu250	1.8~3.6	49.5	—
25	vu250	3.3~3.4	19.9	—
26	vu250	3.3~4.0	29	—
27	vu250	2.8~3.0	13.9	—
28	vu250	4.3~4.5	9.5	—
29	vu200	1.8~2.1	21	—
30	vu200	2.8~2.9	22	—
31	vu200	2.6~2.9	18	—
32	vu200	2.3~2.6	—	—
33	HP250	2.4~2.7	49	—
	HP800	4.4~4.7	—	—
34	HP450	5.6~5.7	—	—
35	HP250	4.1~4.3	-28.2	—
36	HP250	1.3~2.4	4.4	—
37	HP250	1.7~2.2	—	—
38	HP250	2.7~2.8	13.1	—
39	HP250	2.6~4.0	—	—
40 (5)	HP450	5.0~5.1	38	—
41	HP250	1.5~1.8	-28.3	—
42	HP250	1.4~1.7	14	—
43	HP250	1.4~1.8	8	—
44	HP250	1.2~1.5	—	—
45	HP250	2.5~3.0	22	—
46	HP250	2.8~2.9	20.2	—
47	HP250	3.5~3.6	15	—
48	HP250	1.7~1.8	—	—



図-10.22 釧路町における下水道管渠被害箇所（釧路町⁷⁾による)
 (Fig.10.22 Locations of Damaged Sewage Pipes in Kushiro Town⁷⁾)

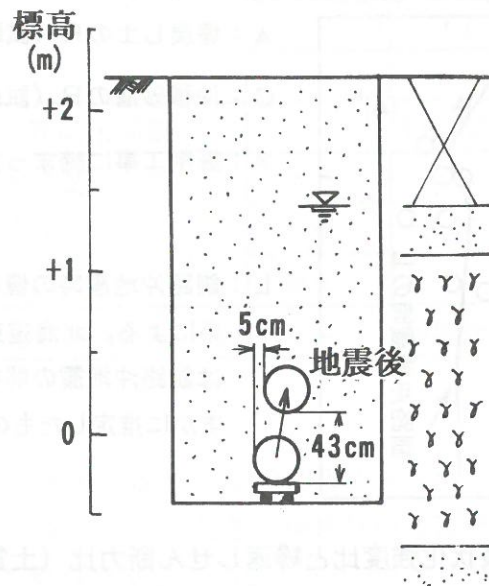


図-10.23 下水道の浮き上がり状況例（釧路町⁷⁾による)
 (Fig.10.23 An Example of a Floated Sewage Pipe⁷⁾)

き上がった札幌ベニヤ側ルートなどでは、マンホールが地盤から突出し、浮き上がったように見えたが、これは周辺の地盤が地震で沈下したためにそのように見えたものである。地震後、マンホール内を水が流れているか否か調べてまわられたところ、釧路沖地震でマンホールが浮き上がった所でも、水は滞水せずに流れていたとのことである。なお、地盤の沈下は埋戻し部やその周辺の歩道部で多く発生した。

10.3.3 釧路沖地震における被害との比較

図-10.21、10.3.2に見られるように、釧路市および釧路町では1993年釧路沖地震と今回の地震で同じような地区で下水道管渠が被害を受けた。ただし、詳細に見るとそれらの箇所は完全には一致せず、また、被災の程度は今回の方が軽かった。釧路市では図-10.21に示すように前回と完全に同じ箇所で被災したのは10箇所のみであった。また、釧路町では前回の被災箇所は今回被災していなかった。このような違いの原因について、以下に考察してみる。特に、釧路沖地震の際の美原や木場などの低地部の被災原因が液状化にあったと考えられているので、この地区に焦点を絞って考察をしてみる。

釧路沖地震においてマンホールが大きく浮き上がった釧路町桂木、木場地区に関して、地震後に詳細な地盤調査および掘削調査が行われている。これによると、図-10.23にも示した埋戻し土（さらに下部の沖積砂層も液状化した可能性もある）が液状化し、マンホールや下水管渠が浮き上がったのではないかと考えられている。図-10.24には不攪乱試料に対して液状化試験を行った結果と、地震応答解析によって地盤内で発生した繰返しせん断力を推定した結果を比較して示す⁸⁾。これに示すように、釧路沖地震の際には、埋戻し土では液状化強度比が繰返しせん断力比より小さく、液状化したことを物語っている。

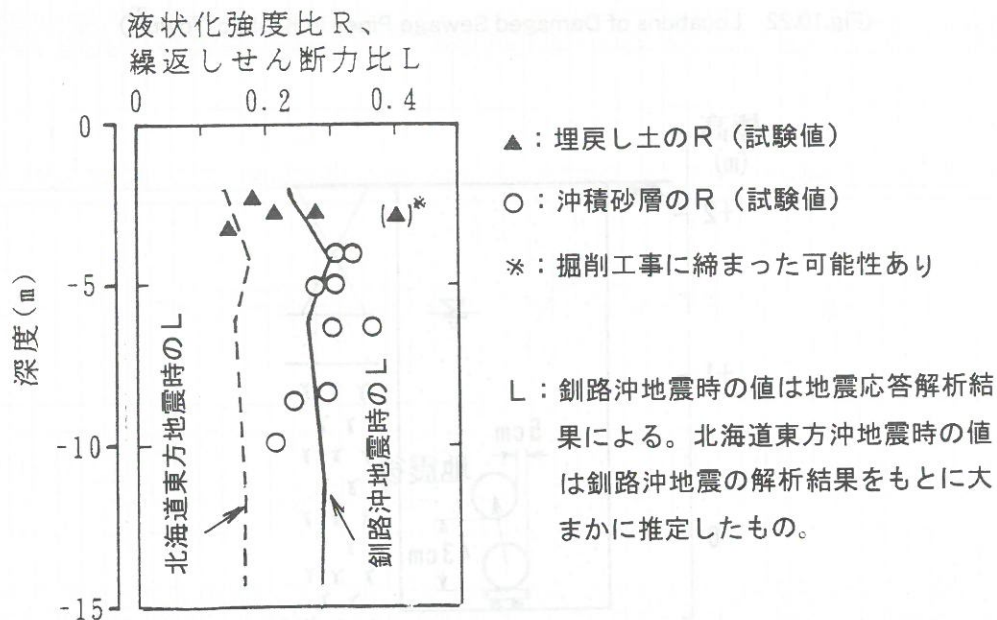


図-10.24 埋戻し土の液状化強度比と繰返しせん断力比 (土質工学会⁸⁾から引用)

(Fig.10.24 Comparison of Cyclic Strength Ratios of Backfill Sands, and Cyclic Stress Ratios⁸⁾)

釧路沖地震の後の復旧にあたっては、釧路市や釧路町では原形復旧が行われている。したがって、埋戻し土の液状化強度は釧路沖地震以前あまり変わらなかったのではないかと推定される。これに対し、釧路市や釧路町の地震動は釧路沖地震の時に比べ、今回の方が小さかったため、繰返しせん断力比も小さく、埋戻し土も液状化しななかつたか、液状化しても程度が軽かったことが考えられる。この付近で地震記録がとられていないので明らかではないが、例えば釧路港では釧路沖地震の場合最大加速度が469.3galであったのに対し、今回は268.5galであった。したがって、図-10.24の繰返しせん断力比は約1/2になり、液状化を生じにくくなっていたものと言えよう。

ただし、他の要因として、地下水位や凍結層の存在が両地震時で異なっており、液状化やそれに伴う浮上り易さが異なっていた可能性もある。また、釧路沖地震の被災調査の際、範囲が膨大なため、軽い被害は見残していたことも考えられる。特に、今回の地震は、釧路沖地震から2年も経たない間に発生したため、前回の経験を生かし、前回に比べてさらに詳しい被災調査が行われていたようである。

10.3.4 中標津町における被害と地盤の関係

中標津町における被災当時の管渠延長、および今回の地震による被災概要を示すと表-10.8となる。

表-10.8 中標津町における管渠延長および被災延長（中標津町⁴⁾による）
 (Table 10.8 Sewage Facilities in Nakashibetsu Town, and Their Damage
 During the 1994 Hokkaido-toho-oki Earthquake⁴⁾)

被災当時の管渠延長	合流	
	汚水	87.65km
	雨水	10.77km
被災した管渠区間数	32区間	
被災した管渠の延長	合流	
	汚水	5.27km
	雨水	
被災したマンホール	48箇所	

中標津町では32区間の下水道管渠および48箇所のマンホールが被害を受けた。被災箇所を示すと図-10.25および図-10.26となる。中標津町では標津川が西から東に流れ、その南北、特に南側に細長く町が発達している。市街地のさらに北、南側には台地がちな

(国土地理院2万5千分の1地形図を利用)



図-10.25 中標津町における下水道管渠被害箇所(中標津町⁴⁾による)

(Fig.10.25 Locations of Damaged Sewerage Pipes in Nakashibetsu Town⁴⁾)

っている。図に示されるように、被災箇所は市街地の北、南部の台地きわに主に分布している。

下水道管渠の被害は汚水管にのみ発生し、図-10.25に示すように、6cm~90cmの浮上りが生じた。また、マンホールは最大で70cmの浮上りを生じた。なお、下水道管渠の施工方法は釧路市の場合と同様な方法⁸⁾をとっていた。

中標津町における泥炭地の分布を示すと図-10.27となる。図-10.25と比較すると、被害は主に泥炭地で発生したことがわかる。これをさらに詳しく見るために市街地の南北を通るB-B'(図-10.27)測線に沿った地質断面図を描くと図-10.28となる。これと図-10.25、10.26、10.27とを比較してみると、標津川の右岸、左岸とも泥炭層が堆積している所と下水道管渠およびマンホールが浮き上がった地区とがかなり一致している。特に、左岸側はその傾向が顕著である。

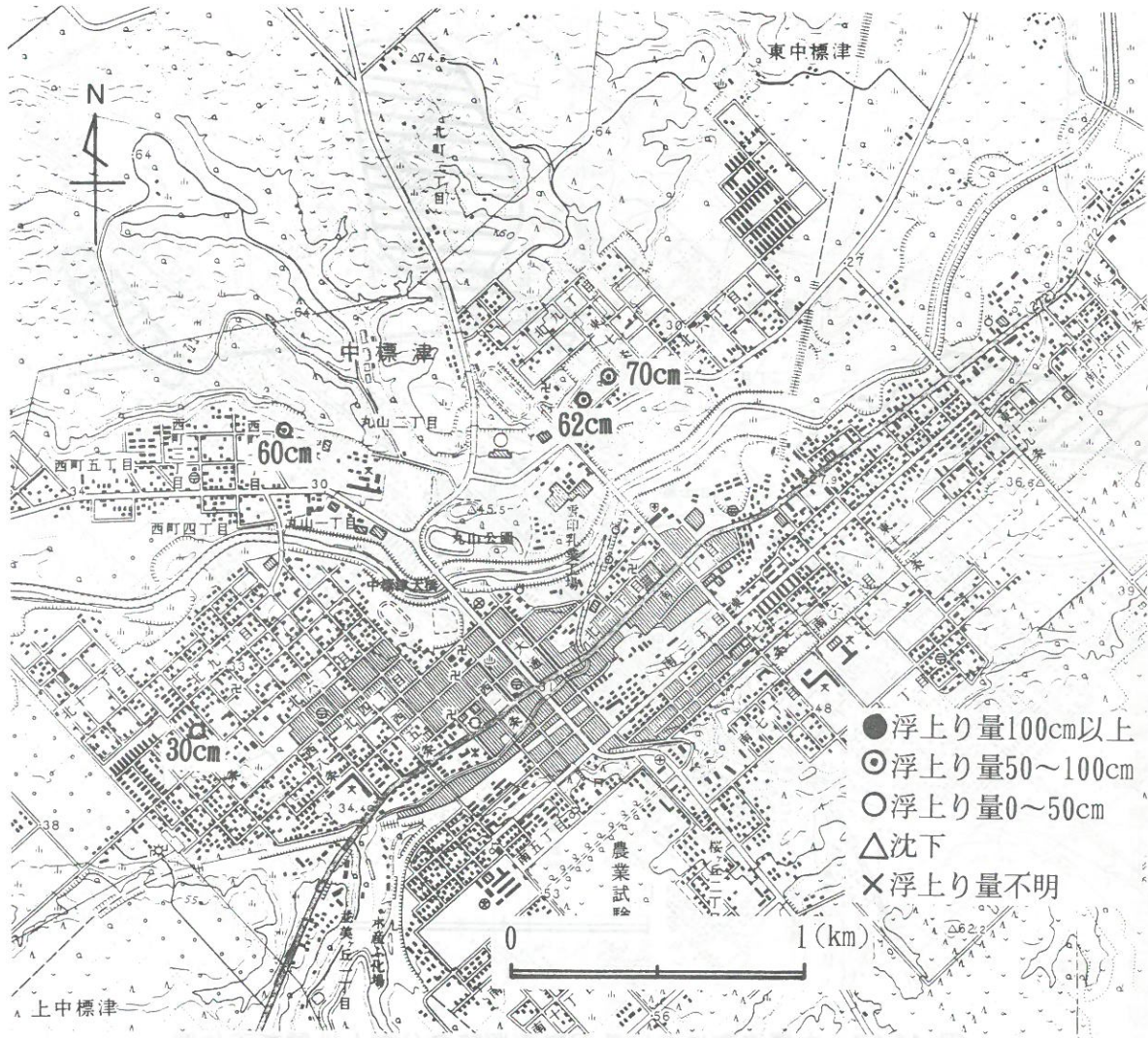


図-10.26 中標津町における下水道マンホール被害箇所 (中標津町⁴⁾による)
 (Fig.10.26 Locations of Damaged Sewage Manholes in Nakashibetsu Town⁴⁾)

下水道管渠やマンホールが浮き上がった原因は埋戻し土の液状化にあると考えた場合、地震動が大きくまた継続時間が長くと、管渠は地下水位付近まで浮き上がり、浮上り量の最大値は(管渠埋設深度-地下水位の深度)となる可能性がある。地下水位は各被災位置で少しずつ異なるはずであるが、あまり変わらないと仮定し、管渠埋設深度と浮上り量の関係をプロットすると図-10.29となる。この図で右上がりになると両者の関係があるとみなせるが、あまり明瞭ではない。また、地下水位の高さまでは浮き上がっていないようである。

(国土地理院 2万5千分の1地形図を利用)

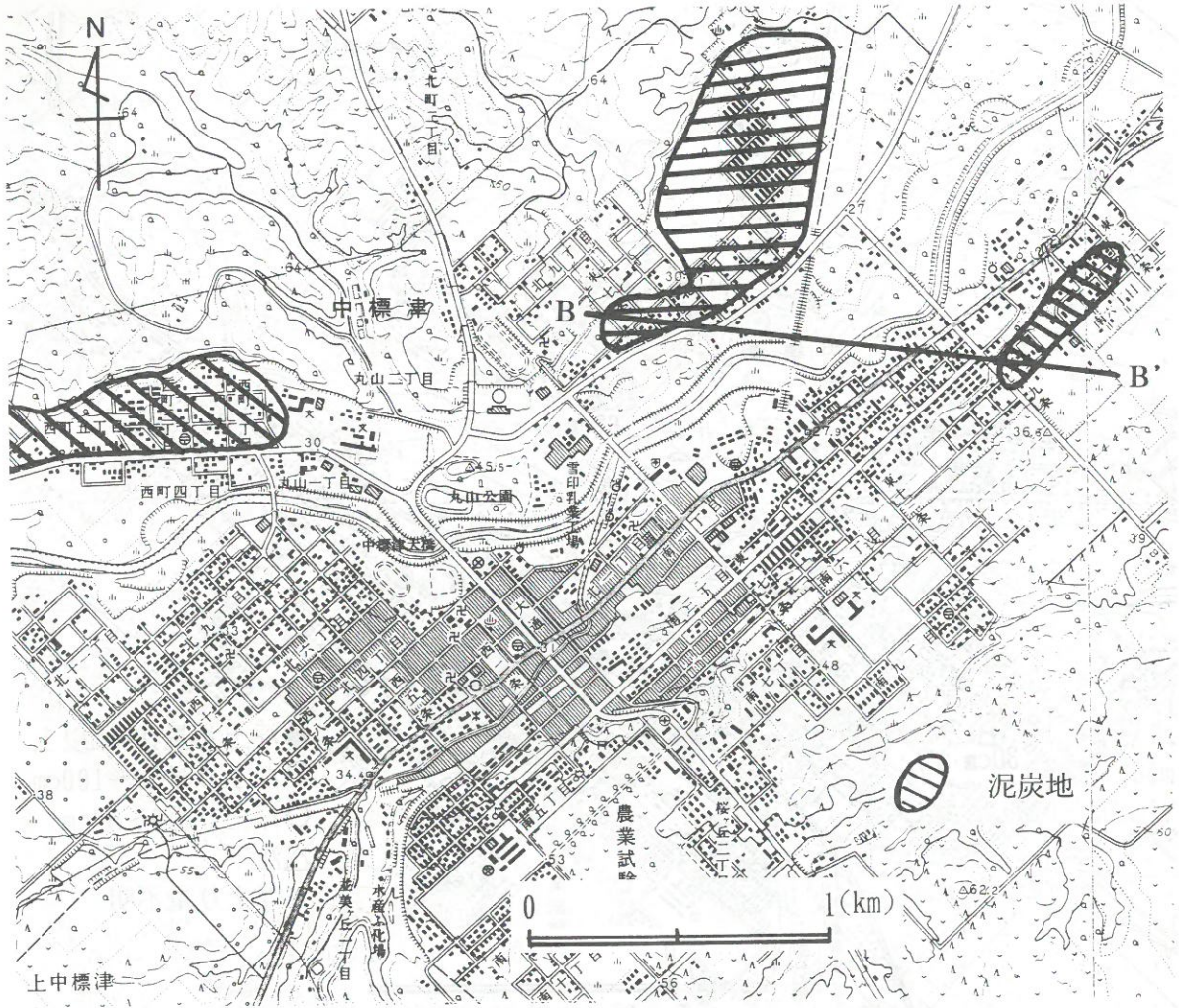


図-10.27 中標津町における泥炭の概略の分布と地質断面位置

(Fig.10.27 Areas of Peat Ground and a Line for Soil Cross Section in Nakashibetsu Town)

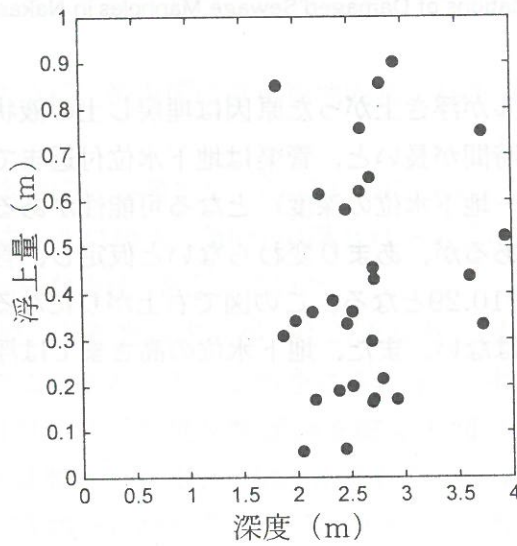


図-10.29 管渠埋設深度と浮上り量の関係

(Fig.10.29 Relationship between the Depth of Buried Pipes and the Height of Floatation)

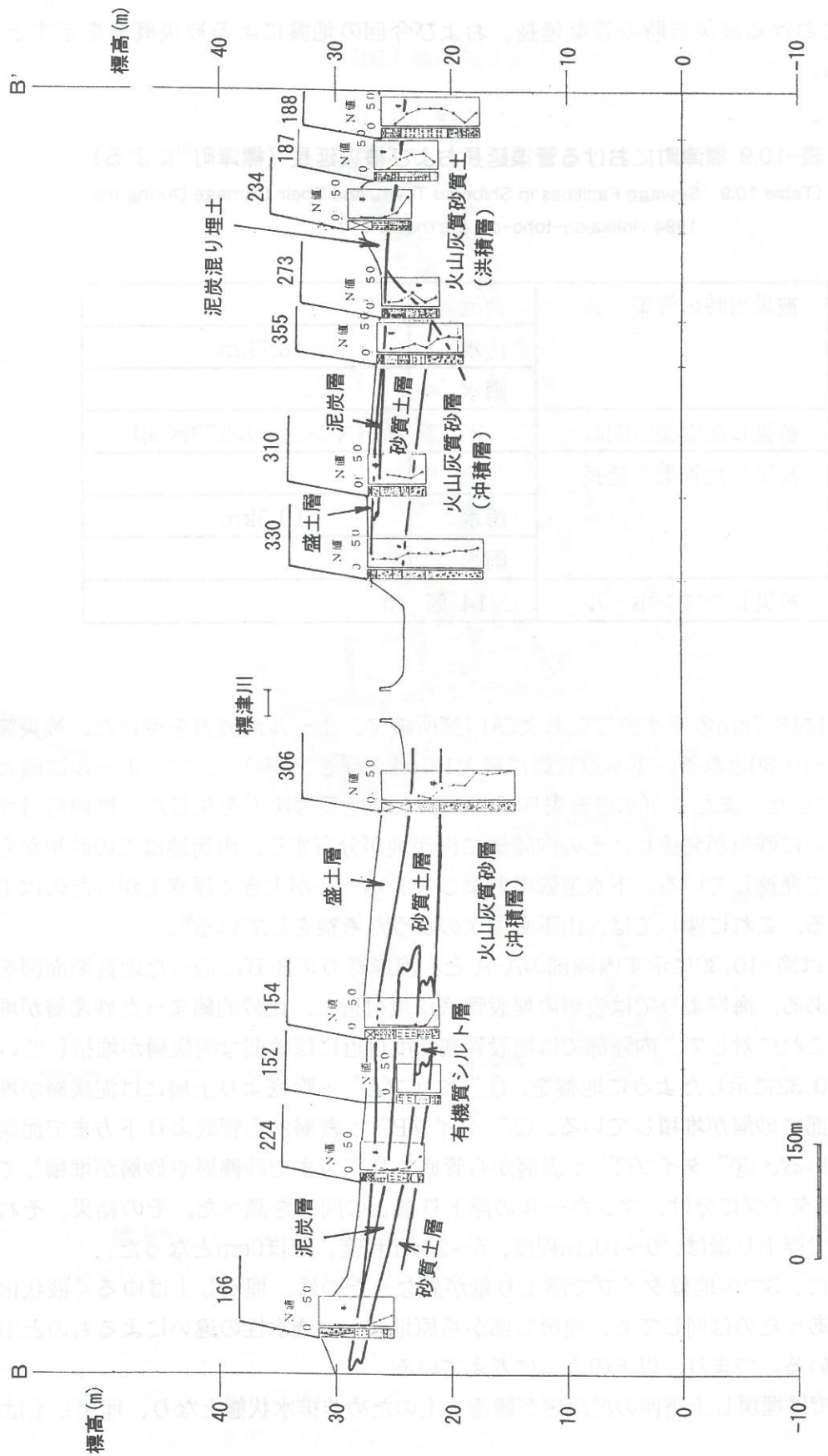


図-10.28 中標津町のB-B'を通る地質断面図

(Fig.10.28 Soil Cross section along B-B' Line in Nakashibetsu Town)

10.3.5 標津町における被害と地盤の関係

標津町における被災当時の管渠延長、および今回の地震による被災概要を示すと表-10.9となる。

表-10.9 標津町における管渠延長および被災延長（標津町⁵⁾による）
 (Table 10.9 Sewage Facilities in Shibetsu Town, and Their Damage During the 1994 Hokkaido-toho-oki Earthquake⁵⁾)

被災当時の管渠延長	合流	
	汚水	18.7km
	雨水	\
被災した管渠区間数	27 箇所 (マンホール273区間)	
被災した管渠の延長	合流	
	汚水	10.5km
	雨水	
被災したマンホール	14 箇所	

標津町では18.7kmの下水道管渠および14箇所のマンホールが被害を受けた。被災箇所を示すと図-10.30となる。下水道管渠は最大1.504 m浮き上がり、マンホールは最大46 cm浮き上がった。また、下水道管渠埋設箇所直上の地盤は沈下を生じた。標津町はオホーツク海沿いに砂州が発達し、その内陸側に泥炭地が分布する。市街地はこの砂州から泥炭地にかけて発達している。下水道管渠およびマンホールが大きく浮き上がったのは主に泥炭地である。これに関しては、山下らは次のような考察をしている⁹⁾。

図-10.31は図-10.30に示す内陸部のA-A'と、海岸寄りのB-B'に沿った地質断面図を描いたものである。海岸よりでは表層の埋設管底深度付近に、比較的締まった砂礫層が堆積している。これに対して、内陸部では埋設管底深度付近には軟弱な泥炭層が堆積している。そこで図-10.32に示したように地盤を、①”タイプA”：管底より上層には泥炭層が堆積し、その下部に砂層が堆積している、②”タイプB”：表層から管底より下方まで泥炭層が堆積している、③”タイプC”：表層から管底より下方まで砂礫層や砂層が堆積している、の3つのタイプに分け、マンホールの浮上り量との関係を調べた。その結果、それぞれのタイプで浮上り量は、0~10cm程度、5~20cm程度、ほぼ0cmとなった。

このように、3つの地盤タイプで浮上り量が異なったのは、埋戻し土はゆるく液状化しやすい状況にあったのは同じでも、埋戻し部から原地盤への透水性の違いによるものと山下らは考えている。つまり、以下のように考えている。

(1)タイプBでは埋戻し土周囲の泥炭層が難透水土のため非排水状態となり、埋戻し土は液

(国土地理院2万5千分の1地形図を拡大して利用)

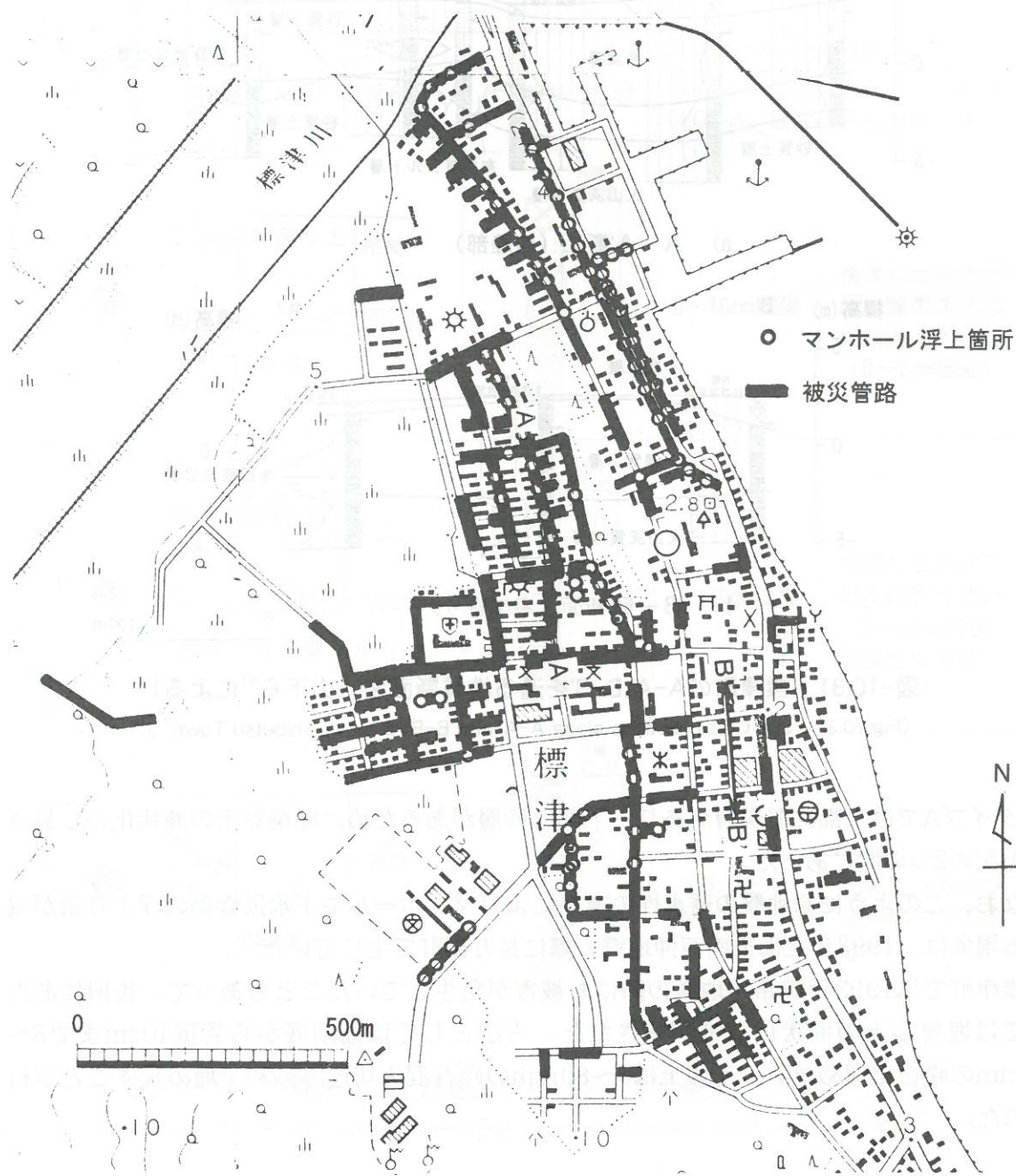


図-10.30 標津町における下水道管渠およびマンホールの被害箇所(標津町⁵⁾による)

(Fig.10.30 Locations of Damaged Sewage Pipes and Manholes in Shibetsu Town⁵⁾)

状化し、そのためにマンホールや下水道管渠は浮き上がった。

(2)タイプCでは埋戻し土の周囲に透水性の良い砂礫層があり、また、砂礫層は締まっていて液状化しないため、埋戻し土内で発生しかけた過剰間隙水圧は周囲に消散して、結局埋戻し土は液状化しなかった。

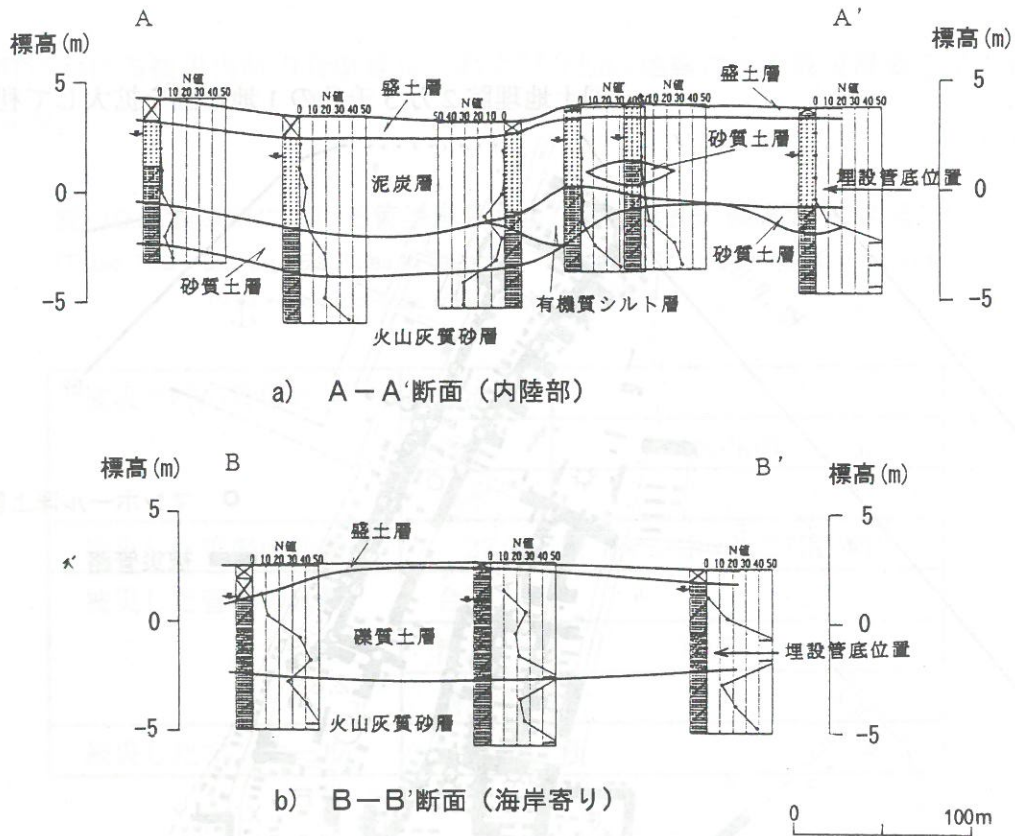


図-10.31 標津町のA-A',B-B'を通る地質断面図 (山下ら⁹⁾による)
 (Fig.10.31 Soil Cross sections along A-A' and B-B' Lines in Shibetsu Town⁹⁾)

(3)タイプAでは上部に泥炭層があり、下部に砂層があるため、埋戻し土の液状化のし易さは上記の2つの間にあった。

なお、このように原地盤の透水性の違いによりマンホールや下水道管渠の浮上り量が異なる現象は、1993年北海道南西沖地震の際に長万部町で生じていた¹⁰⁾。

標津町では1993年釧路沖地震の際にも被害が発生していたこともあって、復旧にあたっては埋戻し土の液状化対策が施された。方法としては掘削底から管頂10cmまで5~30mmの碎石で埋め戻し、その上は0~80mmの碎石混入切込み砂利で埋め戻すことが行われた。

10.3.6 斜里町における被害と地盤の関係

斜里町では12区間の下水道管渠および46箇所のマンホールが被害を受けた。下水道管渠の被災箇所を示すと図-10.33となる。被害は港町から前浜町にかけてと、朝日町付近で主に発生した。図-10.34に前者を通るC-C'測線における地質断面図を示す。これに見られるようにこの地区では下水道管渠埋設深度付近の深さにはN値が10程度以下の緩い砂層が堆積している。したがって、埋戻し土とこの砂層が液状化したことが考えられる。事実、前浜町の一部では噴砂が発生していた。

地盤 タイプ	想定モデル断面	代表柱状図	被害状況	
			マンホールの 浮き上がり	埋戻し土および 原地盤の沈下
A ●			0~10cm程度	埋戻し土および 原地盤の沈下は 比較的小さい (0~5cm程度)
B ●			5~20cm程度	埋戻し土の沈下 が比較的大きい (5~40cm程度) 陥没部に噴砂
C ●			浮き上がり なし	埋戻し土および 原地盤の沈下は ない

図-10.32 地質タイプと浮き上がりパターンの関係 (山下ら⁹⁾による)

(Fig.10.32 Relationship between Soil Type and Patterns of Floatation of Pipes⁹⁾)

これに対し、斜里小学校から朝日町にかけての東西のD-D'測線に沿って地質断面図を描いたのが図-10.35である。図からわかるように、朝日町付近では下水道管渠埋設深度付近の深さには泥炭層が比較的厚く堆積している。これに対し、その西側になると、泥炭層が薄かったり、存在しなかったりしている。したがって、朝日町付近では泥炭層が不透水層となり、埋戻し土が液化化し易かったとか、泥炭層のために地震時の揺れが大きかったことが影響したのではないかと考えられる。

(国土地理院2万5千分の1地形図を拡大して利用)



図-10.33 斜里町における下水道管渠の被害箇所 (斜里町⁶⁾による)

(Fig.10.33 Locations of Damaged Sewer Pipes in Shari Town⁶⁾)

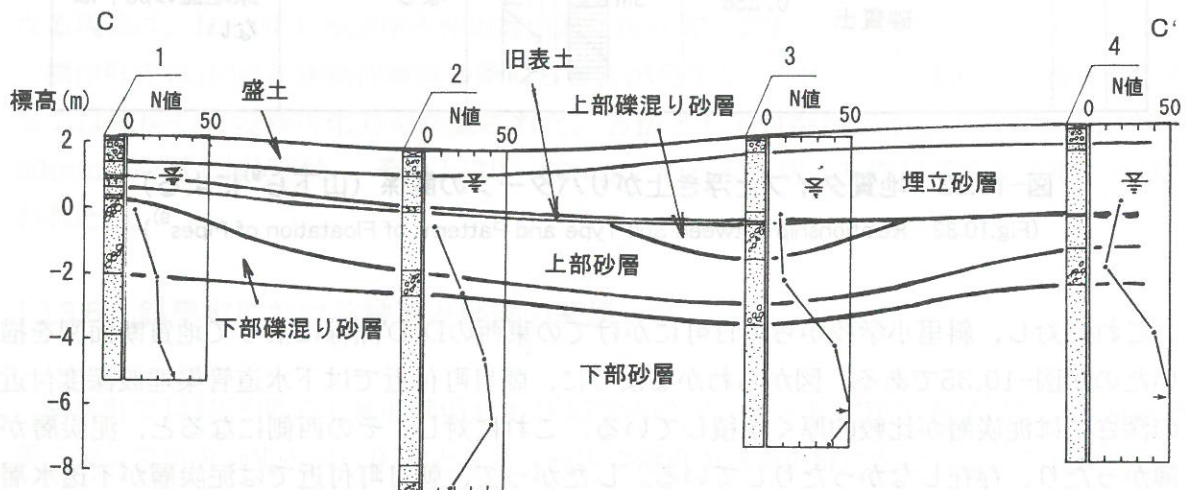


図-10.34 斜里町のC-C'を通る地質断面図 (斜里町⁶⁾による)

(Fig.10.34 Soil Cross section along C-C' Line in Shari Town⁶⁾)

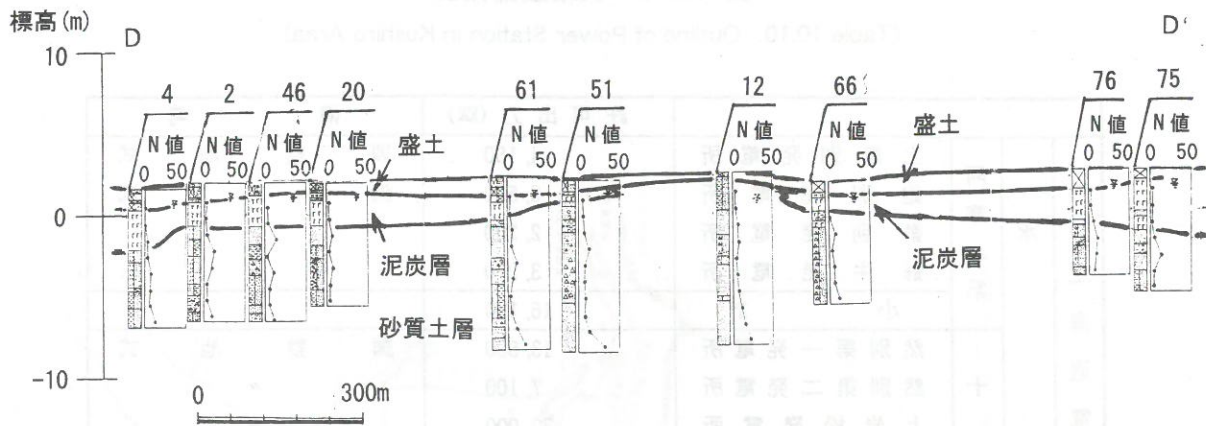


図-10.35 斜里町のD-D'を通る地質断面図

(Fig.10.35 Soil Cross section along D-D' Line in Shari Town)

10.4 電力施設の被害

10.4.1 釧路地域における地域特性と電力施設の概要

(1) 地域特性

全道面積の約26%、全道人口の13.1%、全道契約口数の13.7%が北海道電力(株)釧路支店管轄内にある。

産業構造の特色は、第一次産業の従事者が多いことである。第一次産業の従事者は17.5%で、全道の平均10.8%を上回っている。特に、釧路、根室管内の水産業、帯広管内の農業が大きなウエイトを占めている。第二次産業では、石炭、森林、工業用水等に恵まれていることから、石炭、紙、パルプ等の資源立地型の産業が古くから発展してきた。

(2) 電力施設の概要

表-10.10に管内供給設備概要を示す。水力発電所が10ヶ所、火力発電所が1ヶ所、そのほか他社の水力発電所が7ヶ所管内に存在する。管内にある発電所の90%は、水力発電所である。ただし、この管内唯一の火力発電所である音別発電所は、バックアップ電源であり常時には稼働していない。通常は、負荷への供給を行う2次発電所として稼働している無人の発電所である。今回の地震においては、緊急用電源として稼働した。

図-10.36に、管内送電系統図を示す。送電線は187kV基幹系線路と66kV、33kV、22kV、6.6kV 2次系線路の5つの種類があり、総延長は約1,440kmである。このうち主な線路は架空線であり、地中線は全体の0.9%にすぎない(66kV系のみ)。

管内変電所は、187kV系の1次変電所が3ヶ所、その他の変電所は66kV、33kV、22kVの2次変電所で、合計で54ヶ所となっている。

管内配電線は、総延長約14,500kmのうち、地中線は全線の約0.6%であり、ほとんど

表-10.10 供給設備概要

(Table 10.10 Outline of Power Station in Kushiro Area)

			許可出力 (kW)	備 考	
北海道電力(株)発電所	水	阿寒水系	上飽別発電所	4,150	調整池式 流込式 " "
		飽別発電所	6,500		
		徹別発電所	2,250		
		蘇牛発電所	3,270		
		小計	16,170		
	十勝水系	然別第一発電所	13,500	調整池式 " " " " "	
		然別第二発電所	7,100		
		上岩松発電所	30,000		
		岩松発電所	12,600		
		富村発電所	40,000		
		十勝発電所	40,000		
	小計	143,200			
	計			159,370	(1,093,425)
火力	音別発電所	148,000	ガスタービン		
	計	148,000		(3,079,260)	
原子力				(1,158,000)	
合計			307,370	(5,330,685)	
他社発電所	水力(電源開発)	幌加発電所	10,000	調整池式 貯水池式 調整池式 " " " 貯水池式	
		糠平発電所	42,000		
		芽登第一発電所	27,400		
		芽登第二発電所	28,100		
		足寄発電所	40,000		
		本別発電所	25,000		
		熊牛発電所	15,400		
合計			187,900	(火力 250,000 水力 261,300)	
総計			495,270	(5,841,985)	

注 1. 備考欄 () 内数値は全道計

が架空線となっている。

10.4.2 電力施設の被害

(1) 系統

a. 系統事故概要

北海道東方沖地震による系統事故概要は以下のとおりである。

釧路支店管内の宇円別変電所は、66kV送電線路(短絡事故)と66kV甲母線青相ジャンパー線66kV乙母線赤相・白相ジャンパー線(地絡・短絡事故)に事故が発生し全遮断器

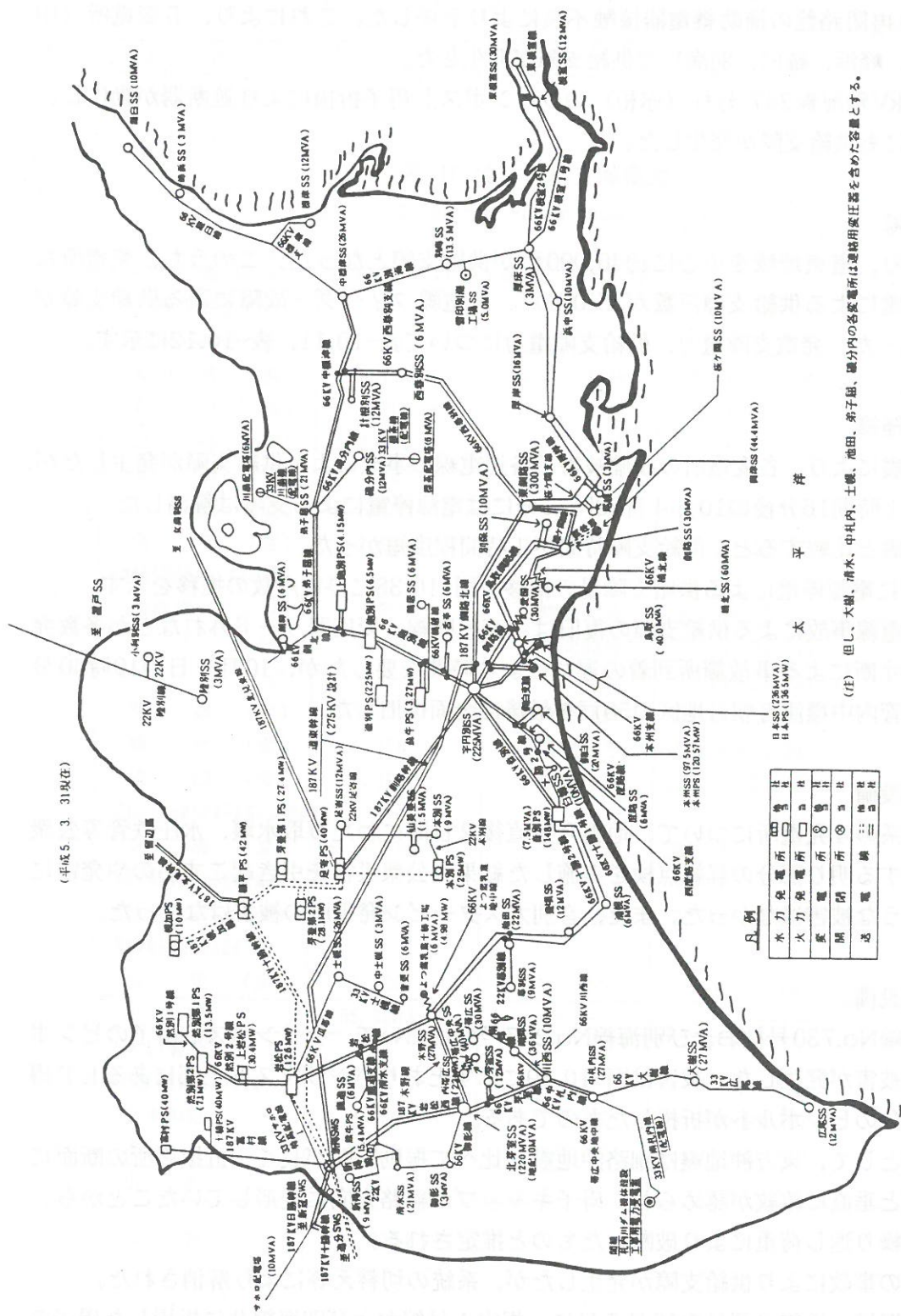


図-10.36 釧路支庁管内送電系統図

(Fig.10.36 Transmission Facilities in Kushiro Area)

が開放した。これにより宇円別変電所から供給している6変電所（星が浦、釧白、庶路、音別、白糠、舌辛）と大口需要家（日本製紙、本州コーポレーション）で供給支障が発生した。

中標津変電所では、66kV送電線路（短絡事故）に事故があり線路を遮断開放したが、66kV低速度再閉路盤の補助継電器接触不良により全停した。これにより、5変電所（中標津、標津、峰浜、羅臼、別海）で供給支障が発生した。

また、66kV別海線247号柱（赤相）のラインポスト碍子折損により遮断器が動作し、別海変電所にも供給支障が発生した。

b. 供給支障

地震により、道東地域を中心に約46,000戸が供給支障となった。このうち、変電所などの電源停電による供給支障戸数が35,000戸、配電線フィーダー故障による供給支障が11,000戸あった。発電支障電力、供給支障電力について表-10.11、表-10.12に示す。

c. 復旧の経緯

今回の地震により、各変電所の設備被害、各送電線の事故により供給支障が発生したが、地震発生後の1時間16分後の10月4日23時40分には電源停電による支障は解消した。

釧路沖地震と比較すると、供給支障時間が1時間程度短かった。

図-10.37に電源停電による供給支障量の推移、図-10.38に停電戸数の推移を示す

また、配電線事故による供給支障の復旧は、高圧断線・変圧器リード外れなどが多数発生し、道路寸断による事故箇所到着の遅れにより時間を要したが、10月5日の19時40分までに根室管内中標津町朝日地区の50戸を最後に全面復旧した。

(2) 発電設備

阿寒川水系の4発電所について、地震発生直後2日間にわたり取水堰、水圧鉄管等公衆災害に発展する明り部分の詳細点検を実施した結果、公衆災害を引き起こすものや発電に影響するような被害はなかった。また、音別ガスタービン発電所の被害はなかった。

(3) 送電設備

根室1号線No.730号柱および別海線No.247号柱において、ラインポスト碍子のピンボルト折損の被害が発生した。被害は図-10.39に示すとおりパンザマスト上部にあるLP碍子の付根部分のピンボルトが折損したものである。

被害原因として、東方沖地震は釧路沖地震に比べて振動時間が長く、折損箇所の断面には線路方向と垂直に波紋が認められ、碍子キャップが線路方向に変形していたことから、線路方向の繰り返し荷重により破断したものと推定される。

また、この事故により供給支障が発生したが、系統の切替え等により解消された。

設備の復旧は、地震の翌日の10月5日に、根室1号線および別海線共に折損した碍子の取替えを行い完了した。

表-10.11 発電支障電力

(Table 10.11 Electric Power caused by Forced Outage)

発電所名	発電支障電力	発電支障時間	備考
秋の川 (発)	380 k W	225分	(10/4 22:24 ~ 10/5 2:09)
合計	380 k W	—	—

表-10.12 供給支障電力

(Table 10.12 Electric Power caused by Black-out)

発電所名	供給支障電力	供給支障時間	備考
[一般需要]			
(宇門別変電所事故による供給支障)			
星が浦 (変)	6,100 k W	44分	(22:24~23:08)
釧白 (変)	5,200 "	57分	(22:24~23:21)
庶路 (変)	2,700 "	56分	(22:24~23:20)
音別 (発)	4,000 "	56分	(22:24~23:20)
白糠 (変)	3,400 "	57分	(22:24~23:21)
舌辛 (変)	2,100 "	1時間12分	(22:24~23:36)
(中標津変電所事故による供給支障)			
中標津 (変) (A)	2,200 "	1時間03分	(22:24~23:27)
" (B)	4,600 "	1時間03分	(22:24~23:27)
" (C)	4,900 "	49分	(22:24~23:13)
標津 (変)	7,900 "	1時間14分	(22:24~23:38)
峰浜 (変)	100 "	1時間14分	(22:24~23:38)
羅白 (変)	5,700 "	1時間16分	(22:24~23:40)
(66kV別高線LP開子折損による供給支障)			
別海 (変)	4,100 "	42分	(22:24~23:06)
(池田変電所事故による供給支障)			
池田 (変)	800 "	12分	(22:24~22:36)
(斜里変電所事故による供給支障)			
斜里 (変)	1,500 "	5分	(22:24~22:29)
小計	55,300 k W	—	—
[大口需要]			
(宇門別変電所事故による供給支障)			
日本製紙	8,100 k W	59分	(22:24~23:23)
本州コーポレーション	2,300 "	1時間01分	(22:24~23:25)
小計	10,400 k W	—	—
合計	65,700 k W	—	—

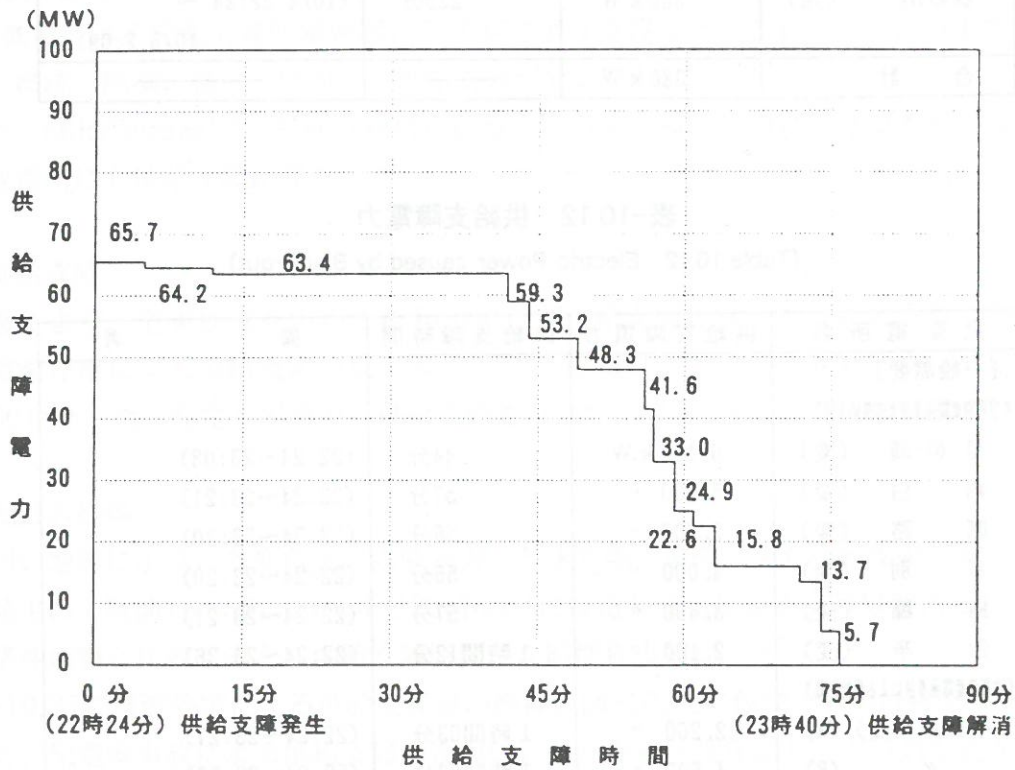


図-10.37 供給支障電力の推移
(Fig.10.37 Transition of Black-out Power)

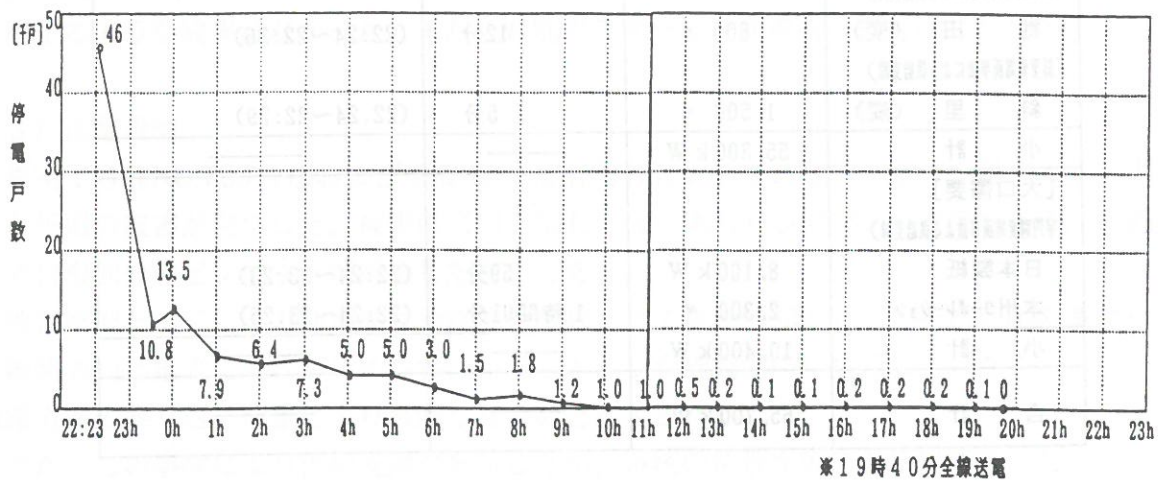


図-10.38 停電戸数の推移
(Fig.10.38 Transition of Power Failure Houses)

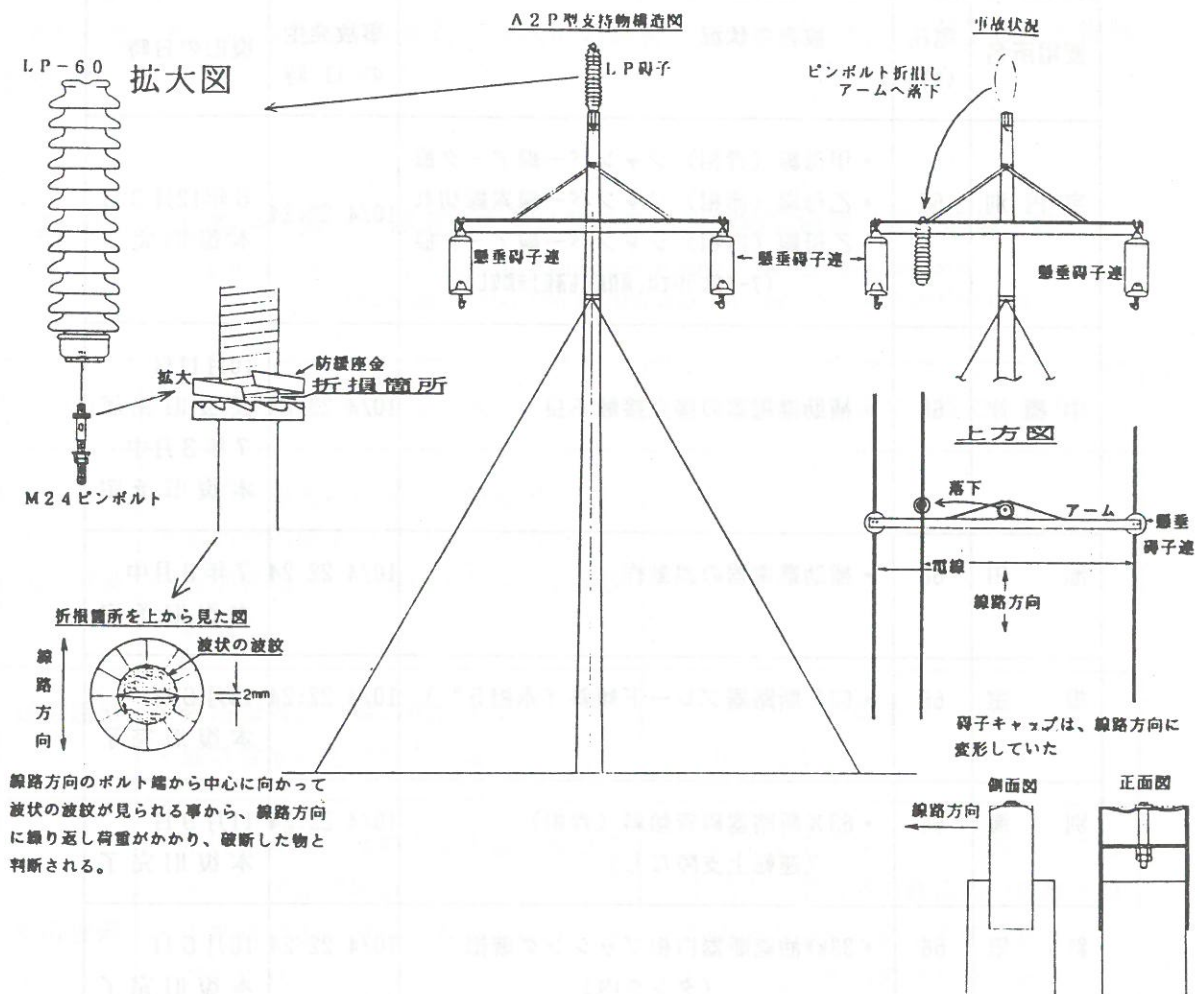


図-10.39 66kV根室1号線・別海線地絡事故状況
(Fig.10.39 Damage of 66kV Nemuro No.1 Line and Bekkai Line)

(4) 変電設備

東方沖地震により変電所では表-10.13に示す被害が発生した。東方沖地震での主な被害は、ジャンパー線が鉄構ビームに接近したためと推測される地絡・短絡事故および補助継電器の接触不良・誤動作による事故であり、釧路沖地震のような変圧器・コンデンサーの被害等の重大な設備被害は発生しなかった。

(5) 配電設備

北海道東方沖地震による配電設備の被害は、釧路沖地震と比べて、支持物の傾斜・折損の被害が極めて多く、全道で1,526基発生し、変圧器の傾斜・落下は釧路沖地震と比べて2,000台少ないものの6,254台を数えた。

停電戸数は、釧路沖地震の5万7千戸に対して北海道東方沖地震4万6千戸、供給支障フィーダ数については46フィーダに対して37フィーダとそれぞれ約20%程度減少した。

表-10.13 変電所の被害状況

(Table 10.13 Damage of Transformer Substations)

変電所名	電圧 (kV)	被害の状況	事故発生 の 日 時	復旧の日時
宇 円 別	66	<ul style="list-style-type: none"> ・甲母線 (青相) ジャンパー線アーク痕 ・乙母線 (赤相) ジャンパー線素線切れ ・乙母線 (白相) ジャンパー線アーク痕 (アーク痕については、両母線とも運転上支障なし) 	10/4 22:24	6年12月3日 本復旧完了
中 標 津	66	<ul style="list-style-type: none"> ・補助継電器の接点接触不良 	10/4 22:24	10月11日 仮復旧完了 7年3月中 本復旧予定
池 田	66	<ul style="list-style-type: none"> ・補助継電器の誤動作 	10/4 22:24	7年3月中 本復旧予定
根 室	66	<ul style="list-style-type: none"> ・63Y断路器ブレード傾斜 (赤相5°) 	10/4 22:24	10月6日 本復旧完了
別 海	66	<ul style="list-style-type: none"> ・63X断路器碍管傾斜 (青相) (運転上支障なし) 	10/4 22:24	11月9日 本復旧完了
斜 里	66	<ul style="list-style-type: none"> ・33kV油遮断器白相ブッシング破損 (タンク内) 	10/4 22:24	10月6日 本復旧完了
根室 変電所他		<ul style="list-style-type: none"> ・本館建屋破損、建屋周辺地盤沈下他 	10/4 22:24	7年6月 本復旧予定

(6) 釧路沖地震と北海道東方沖地震との被害の比較

表-10.14および表-10.15に、釧路沖地震と北海道東方沖地震の電力設備被害概要を示す。釧路沖地震と北海道東方沖地震の被害の相違について以下のことが要因として挙げられる。

- ① 気象庁による最大加速度は、釧路沖地震で釧路922Gal、根室216Gal、東方沖地震で釧路473Gal、根室369Galであった。
- ② 釧路沖地震は1月に発生したため、地盤が凍結していた。一方、北海道東方沖地震は10月に発生したため地盤は凍結していなかった。

釧路沖地震および東方沖地震において地盤の液状化が発生した層は変わらないが、釧路沖地震における支持物の被害は、表層の地盤の凍結により地盤の液状化の影響はほとんど受けず、地震動の影響により被害が発生したと考えられる。東方沖地震では地盤が凍結していなかったため、地震動の他に地盤の液状化の影響を大きく受け被害が発生したと推測できる。

表-10.14 釧路沖地震と北海道東方沖地震の電力設備被害概要（配電設備を除く）

(Table 10.14 Power Facilities Damage of Kushiro-Oki Earthquake and Hokkaido-Toho-Oki Earthquake : except Distribution Facilities)

電力設備	釧路沖地震での被害	北海道東方沖地震での被害
火力発電設備	<ul style="list-style-type: none"> 音別発電所防油堤内地盤亀裂 音別発電所防油堤のはらみ出し 音別発電所2号機用主要変圧器基礎折損 	
送電設備	<ul style="list-style-type: none"> 鉄塔脚周辺地盤の亀裂・沈下 鉄塔敷地周辺の斜面崩壊 	<ul style="list-style-type: none"> ラインポスト碍子のピンボルト折損（2か所）
変電設備	<ul style="list-style-type: none"> 宇円別変電所連絡用変圧器中性点ブッシング頭部破損 東釧路変電所連絡用変圧器ブッシングのずれ 釧路変電所電力用コンデンサーの倒壊 <p style="text-align: right;">他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 宇円別変電所ジャンパー線アーク痕 中標津変電所補助継電器の接触不良 池田変電所補助継電器の誤動作 根室変電所断路器ブレード傾斜 <p style="text-align: right;">他</p>

表-10.15 釧路沖地震と北海道東方沖地震の配電設備被害概要

(Table 10.15 Distribution Facilities Damage of Kushiro-Oki Earthquake and Hokkaido-Toho-Oki Earthquake)

			釧路沖地震	北海道東方沖地震
被害状況	支持物	折損	12 基	19 基
		傾斜	199 基	1,507 基
		倒壊	6 基	0 基
		滅失	0 基	0 基
		計	217 基	1,526 基
	電線	断線	21 条	47 条
		混触	277 条	1,013 条
		滅失	0 条	0 条
		計	298 条	1,060 条
	変圧器	落下	2 台	0 台
		傾斜	8,112 台	6,216 台
		損傷	8 台	38 台
		滅失	0 台	0 台
		計	8,122 台	6,254 台

10.5 電気通信設備の被害

10.5.1 被害状況

本節では文献¹¹⁾に基づき電気通信設備の被害状況について述べる。電気通信設備の被害は図-10.40に示すように、釧路市より東部、北東部で発生した。これらは地盤の液状化による被害、地盤の沈下による被害、橋台裏盛土の沈下による被害に分けられる。

液状化による被害としては、1993年釧路沖地震で液状化した釧路町木場、釧路市の釧路西港で再び液状化が発生し、これによりマンホールの浮上、ダクトからの管路の離脱、電柱の沈下・傾斜が発生した。

地盤の沈下による被害は国道391号線の茅沼付近で発生した。ここでは図-10.41に示すように、下水のカルバートをNTTの地下管路が上越しする形態で設置されていた。地震により下水カルバートを固定点としてその両側の道路盛土が沈下したため、管路継手が離脱し、管路内に收容されていた光ケーブル1条が破断した。

橋台裏盛土の沈下による被害は釧路沖地震でも発生していたが、今回の地震でも弟子屈こ線橋等で発生した。このルートではパイプカメラによる点検が実施され、沈下地点でV管が破損し、土砂が管路内に流入したことが確認されている。

このほか、本別海付近で、集合煙突の倒壊により架空光ケーブルが1条切断された。なお、釧路沖地震の影響により、釧路支店エリアでは、離脱防止継手、光ケーブル余長対策等の耐震対策の普及が進んでおり、今回の地震では耐震対策を施した設備の被害はなかった。また、前述の国道391号線沿いのルートでも離脱防止継手を用いた耐震対策により復旧が行われた。

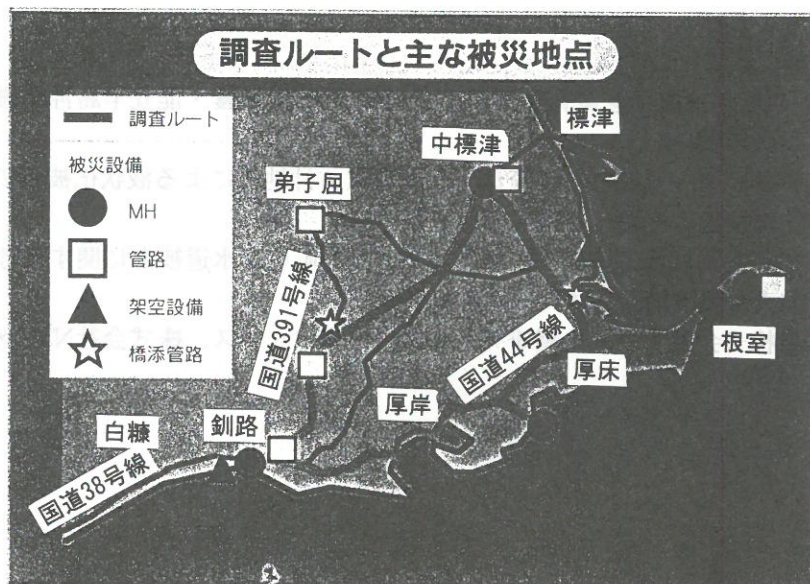


図-10.40 電気通信設備の主な被災箇所（日本電信電話株式会社¹¹⁾による）
 (Fig.10.40 Locations of Damaged Telecommunication Facilities¹¹⁾)

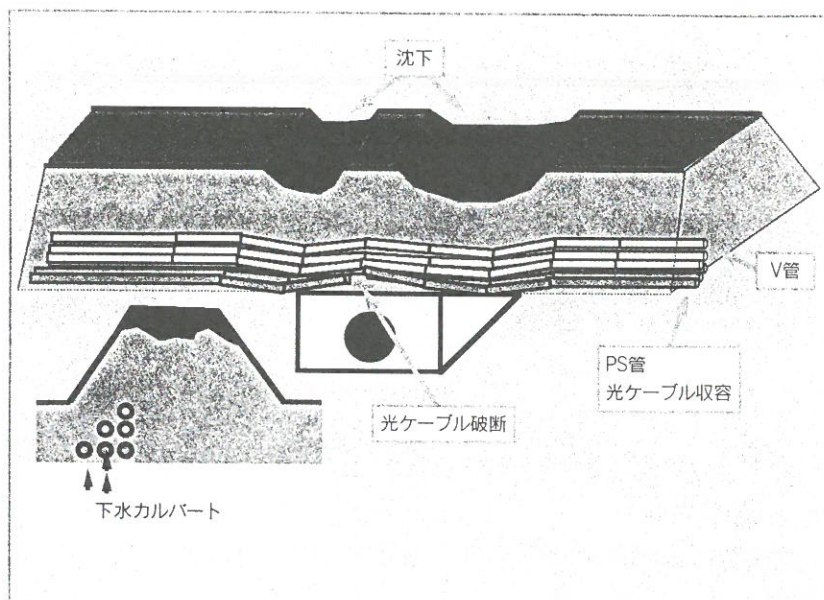


図-10.41 国道391号線茅沼付近の被害状況（日本電信電話株式会社¹¹⁾による）
 (Fig.10.41 Damage of Telecommunication Cable at Kayanuma on Route 391¹¹⁾)

<参考文献>

- 1) 釧路市の資料による
- 2) 根室市の資料による
- 3) 厚岸町の資料による
- 4) 中標津町の資料による
- 5) 標津町の資料による
- 6) 斜里町の資料による
- 7) 釧路町の資料による
- 8) 土質工学会1993年地震災害調査委員会：1993年釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書、土質工学会、1994.
- 9) 山下正良・斉藤和夫・小西彰・長崎淳：北海道東方沖地震による液状化被害の特徴、土質工学会北海道支部技術報告集、第35号、pp.260-265、1995.
- 10) 安田進・山田桂介：北海道南西沖地震による長万部町の下水道被害に関する考察、第30回土質工学研究発表会講演集、pp.973-974、1995.
- 11) 日本電信電話株式会社アクセス網研究所：筑波技術ニュース、株式会社NTTメディアスコープ、No52、1995

