

1993年1月釧路沖地震の被害



口絵写真-4 桂木地区の下水道マンホールの浮上

1993年釧路沖地震と被害 —— 調査記録
Quick-Look Report of the 1993 Kushiro-oki Earthquake

地震防災部 磯山龍二, 濱野雅裕
地質部 大栗久雄

1. はじめに

平成5年(1993年)1月15日(金)成人の日の午後8時6分頃, 釧路を中心に強い地震が発生した。地震防災部と地質部では1月17日(日)に早速3名を現地に派遣して, 三日間にわたってこの地震の被害を調査した。調査の結果はごく簡単な社内資料としてまとめ, いずれ詳細な報告書を作成する予定であったが, その後7月12日の北海道南西沖地震, 1994年1月17日のノースリッジ地震と立て続けに地震が発生し, 釧路沖地震のレポートは結局作成途中で宙に浮いてしまっていた。この間, 様々な機関から詳細な報告書が出されており, 全体の報告としてはほとんど意味を持たなくなってしまった。

本報告は, 当社社内報用にまとめたものをベースに我々の調査の記録を残すことに重点をおき, 特にいくつかの項目で他の報告書にあまり述べられていない事項を中心にごく簡単にまとめるものである。

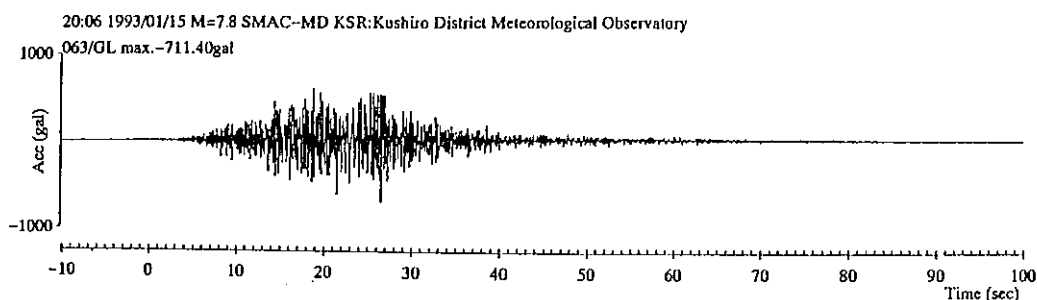
2. 地震の概要

気象庁発表の地震の諸元を以下にまとめる。

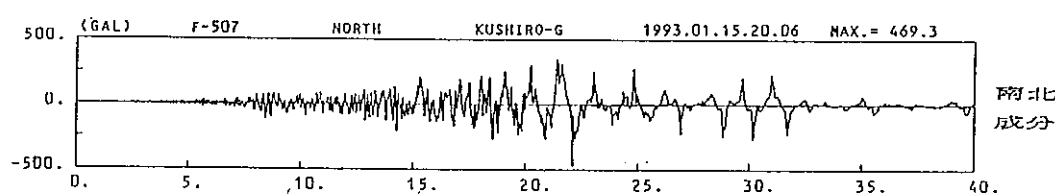
- ・発生日時: 1993年(平成5年)1月15日(金) 午後8時6分
- ・震源: 震央位置; 釧路南沖約30km
〔北緯 $42^{\circ}51'$, 東経 $144^{\circ}23'$ 〕
震源深さ; 107 km
マグニチュード; 7.8
} (1月17日
気象庁発表)
- ・震度階: 釧路で震度VI(1981年浦河沖地震の浦河での記録以来の震度VI)

代表的な強震記録(加速度波形)を図-1に示す¹⁾。釧路地方気象台(震央距離=14 km)では水平成分の最大値が約700galと記録された。最大加速度は非常に大きい, マグニチュードのわりに短周期の成分が顕著である。加速度が大きいわりに全般に被害が少ないのは, この振動の特性によるのかもしれない。また, 今回, 被害の著しかった釧路港湾においては, 図-1(b)に示すような加速度波形が得られた。この波形を見ると10秒間程度こきざみなゆれが続き, 急にゆったりとしたゆれに変化していることがわかる。さらに, 最大加速度もごく近くの釧路気象台の700galに比べて470galと小さい。このことは, 釧路港のこの観測地点で地盤の液化化が発生したことをうかがわせるものである。

実際、後に示すように釧路港では大規模な液状化が発生し、港湾施設に大きな被害が出た。液状化現象を明確に記録した観測波形は、新潟地震における河岸町のものが有名であるが、この記録はそれに次ぐ貴重な記録と考えられる。



(a) 釧路地方気象台における記録



(b) 釧路港における記録

図-1 強震記録

3. 被害の概要

図-2に我々の調査した地点を示す。情報不足と雪のために、十分な調査を実施したとはとても言えない。たとえば、釧路川堤防の被害、茅沼別荘地の崩壊、鉄道の被害等々ここに示されていない被害は数多くある。

図-2には噴砂を確認した地点も示している。これらを表-1にまとめておく。ただし、表-1にも示すように、庶路橋下の液状化以外は全て人工地盤（埋立て）が液状化したものと考えられる。庶路橋下流左岸の変状を写真-1に示すが、河川敷に噴砂とともに多数の地割れが発生しており、メートル単位で地盤が河川方向に流動していた。

釧路の湿地では、構造物の建造にあたって、ピート地盤を砂に置き換え、ないしは、基礎を設置後砂で埋めもどすといった処理が一般的に行われているようで、これらの砂が液状化したものと考えられる。この典型は、表-1の⑤、⑦であろうが、このような被害は他にも相当数あるものと考えられる。

3.1 道路・港湾の被害

国道38号、44号、391号等で道路の被害が発生したが、この大部分は盛土の崩壊であった。写真-2、3に例を示すが、火山灰質と考えられる材料で造られた比較的高い盛土が崩壊していた。

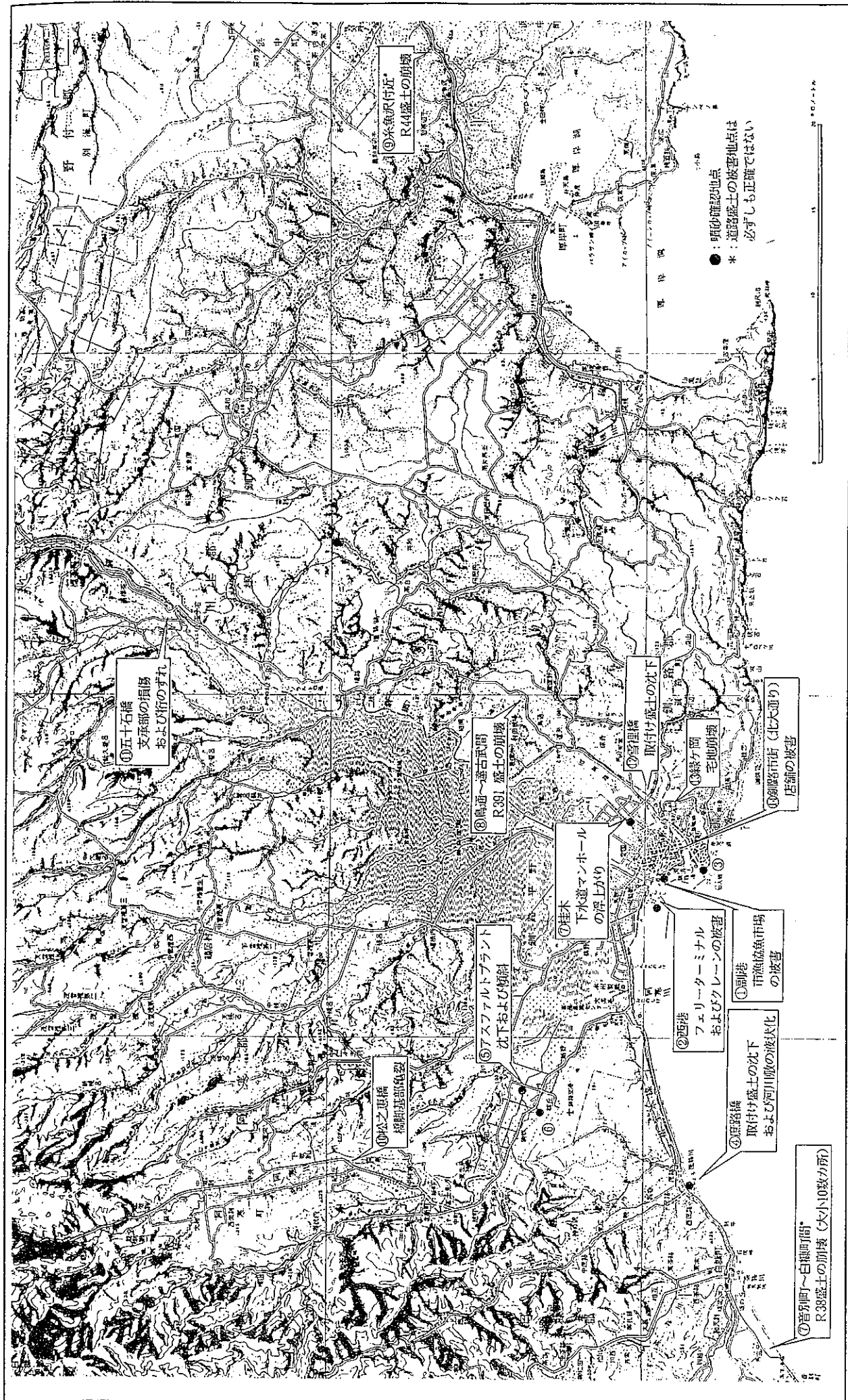


図-2 調査地点一覧

表-1 釧路沖地震における噴砂確認地点

地 点	状 況	備 考
①釧路港副港	全般に沈下，特に岸壁は完全に崩壊	埋立地盤，液状化未対策施設で被害
②釧路港西港	全般にわたって沈下，噴砂多い	上記と同様
③釧路港知人町南新埠頭	①，②に比べると噴砂の規模は小さい	埋立地盤と考えられる
④白糖町庶路川庶路橋下流左岸	庶路橋下では噴砂小。やや下流から河川敷に地割れ多数。河川方向へ流動	礫と砂の互層（写真-1）
⑤釧路市（鶴丘）	アスファルトプラントごく周辺で噴砂，基礎傾斜	置換砂が液状化
⑥釧路市（鶴丘）	釧路市丹頂鶴自然公園建屋周辺で噴砂建物被害なし	置換砂ないしは埋もどし砂
⑦釧路町桂木	ニチイ駐車場裏空地噴砂，地割れ，マンホール浮上地点ではごく少量の噴砂	埋立地盤と考えられる

道路橋は軽微なものも含めると50をこえる橋が被害を受けたと言われるが，大部分は杳ないしは杳まわりの被害である。この内，7橋で交通止め等に至る大きな被害を受けている。いくつかの橋の橋脚で，おそらく段落とし部でのせん断による被害が見られた。この代表的な例として松之恵橋（国道240号）の被害状況を写真-4，5に示す。なお，橋台裏の盛土の沈下等の被害はこの他多数あった。

この地震で最も被害が大きかったのは港湾である。釧路港のかなりの部分で被害が発生した。被害の原因は明らかに液状化であり岸壁の崩壊，エプロンの亀裂，沈下等大規模な被害が発生した。写真-6～8に被害の状況を示す。

なお，一部の港湾施設においては，液状化対策が実施されており，ほとんど無被害であったことが報告されている。

3.2 宅造地および建物の被害

釧路沖地震で最も衝撃的な被害は釧路市緑ヶ岡で発生した宅地（盛土）の崩壊と家屋の崩落であろう。この状況を写真-9，および図-3に示す。この他，釧路市東部の丘陵を造成した宅地で多くの被害が発生したが，この状況は，1978年宮城県沖地震による仙台市周辺の宅造地の被害の状況と（あれほど大規模ではないが）よく似ている。

我々は建築物の被害の調査は特に行っていないが，釧路市中心部で見た木造被害の状況が興味深かった。写真-10，11に典型的な被害を示すが，これらの被害は釧路駅から幣舞橋に至る北大通りの商店街に集中していた。被害を受けている建物（木造）は，全て商店で通りに面した間口をいっぱいに広げた構造，あるいは，交差点の建物は2方が間口をいっぱいにひろげた構造となっており，壁が少ないという構造的な弱さにより被害となったものである。この被害状況は1989年ロマプリエタ地震によるマリーナ地区（サンフランシスコ）の被害ときわめて似ている。

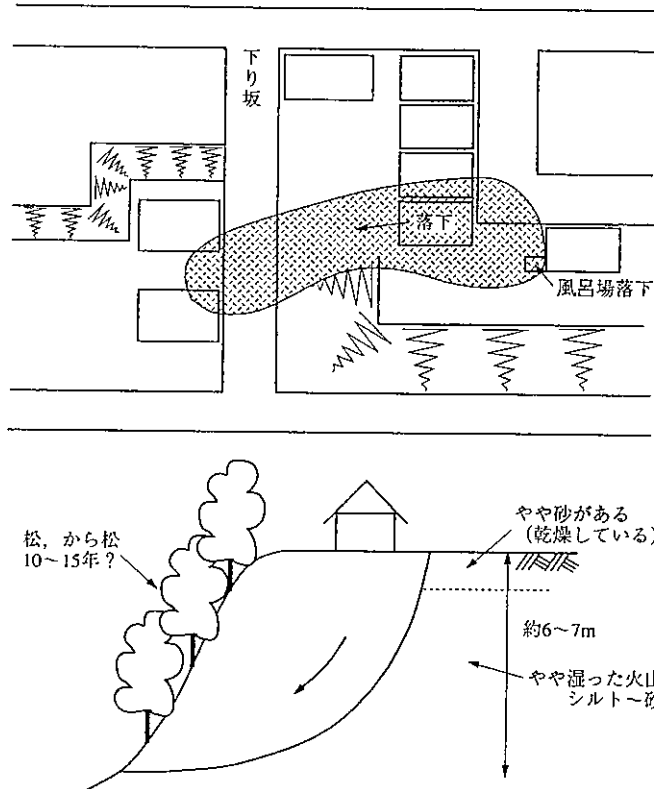


図-3 鉏路市緑ヶ岡の宅地崩壊の状況 (写真-9 参照)

3.3 下水道の被害

鉏路沖地震ではライフラインの被害としてガスの被害が注目されたが、下水道も主に管路施設で相当数の被害を被っている。被害は管路の浮上がりを中心であり、現時点では、埋めもどし土が液状化したものと考えられている。この被害については、いずれまともて報告することとし、ここでは、鉏路町における下水道管路マンホールの浮上と周辺の状況に関して報告したい。

図-4に、国道44号に沿った鉏路町管理の下水道マンホールの浮上の様子を示す。マンホールの浮上は、ニチイ前で顕著で最大1.4 mに及んでいる(写真-12)。また、雪裡橋方面へ曲がった右側でも浮上が発生している。ここから、水面貯木場に分岐する管路は、湿地の中に敷設されたもので、0.5~1.0 m浮上していた(写真-13)。ただし、この区間は湿地であるため、地盤が沈下していた可能性もある。国道沿いのマンホールは、いずれも歩道に設けられたものである。

我々が調査した時点は、雪が降っており、つぶさには見られなかったが、国道の歩道で若干の噴砂と思われるものを確認している。しかし、ごくわずかで噴砂でない可能性もある。一方、ニチイのすぐ裏の空地では、地割れから多量の砂が噴出し、地盤が沈下していた(写真-14)。この沈下は、ニチイの駐車場まで続いていた。現時点では、この噴砂は、水路を埋立てた部分が液状化したものでマンホールの浮上とは直接関係ないものと考えられている²⁾。

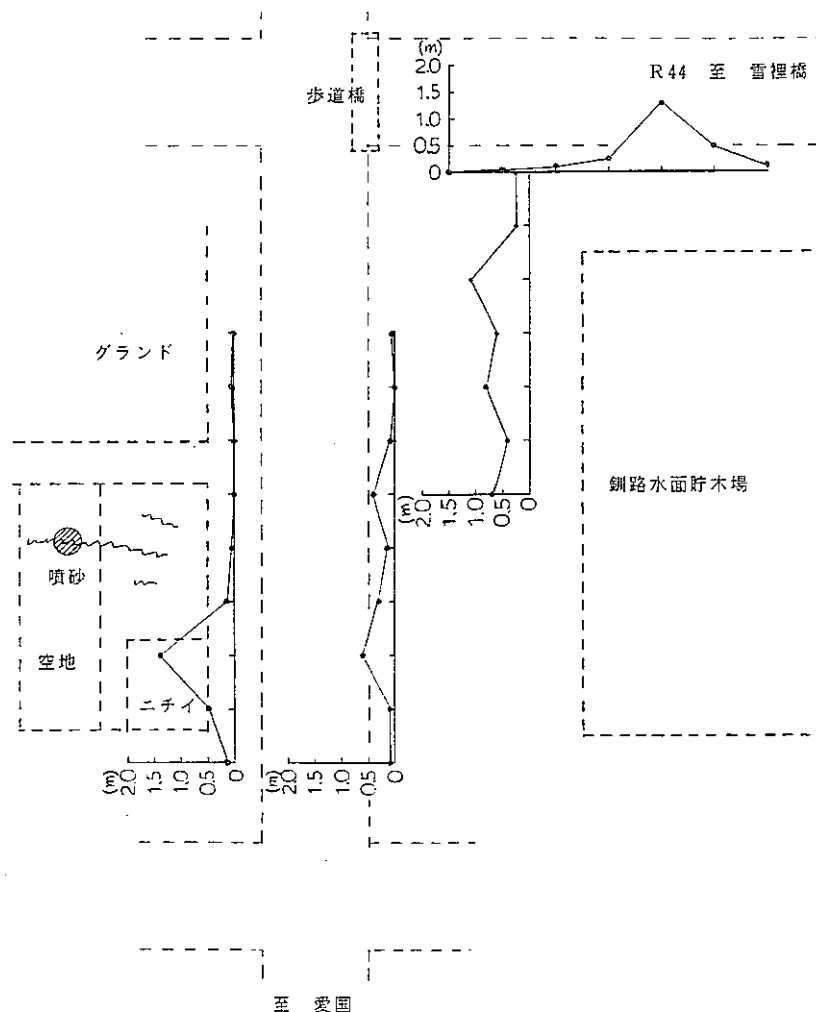


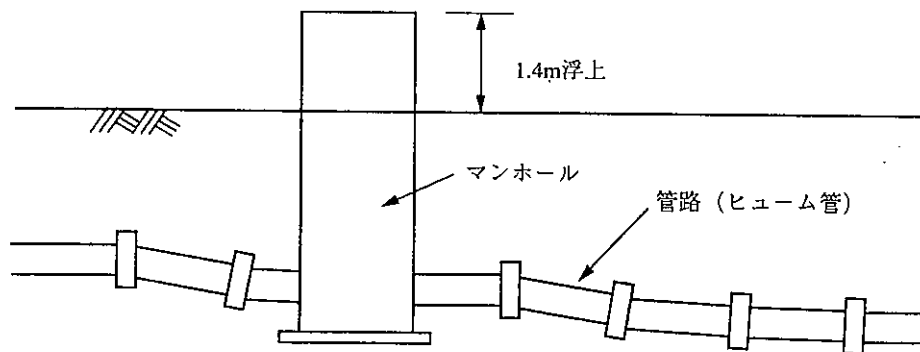
図-4 鋼路町桂木における下水道マンホール浮上の分布状況

1993年10月建設省土木研究所等によりこのマンホールの浮上区間の掘削調査が行われ、一般にも公開された。その時の状況を写真-15, 16に示す。この調査結果はいずれ土木研究所から公表されるものと思われるが、原地盤ではなく埋戻し砂が液状化したものと思われた。この液状化およびマンホールの浮上がりには、周辺がピート地盤であったこと、地表地盤がおそらく1m程度凍結していたことも寄与しているものと考えられる。

図-5に掘削現場でスケッチしたマンホール～管路の状況を示すが、管自体もマンホール以上に浮上していたこと、管はマンホールに引っ張られながらも、継手がカラーで保護されていたためこのような大きな変形に追随していたことがわかる。継手部はこの状況でも破損していなかった。

なお、先に、多くの下水道管路（マンホールの浮上はこの箇所のみ）が浮上したと述べたが、全てはこのような状況で止まっていた。

このマンホールの浮上に関して、ごく簡単な計算を試みた。マンホールの構造は、図-6に示すように、ヒューム管を加工したもので、鋼路市、鋼路町では標準的なタイプのマンホールである。地盤条件は、すぐ隣のニチイの建築時のものを参考にした。これによると、マンホール底面のやや深い所に液状化の可能性のある地層がある。ここでは、簡単のため、底面以下の地盤が完全に液状化したと仮定した（上述のマンホール掘削調査によると埋戻し土が液状化したと考えられ、この仮定は間違いではないと考えられる）。



図－5 釧路町桂木のマンホール掘削状況のスケッチ

図－7に共同溝設計指針の方法により浮上りを判定した結果を示すが、完全に浮上することになる。また、同図には、上向きの力と下向きの力がつり合う位置、すなわち浮上量を求めているが、地表から約2.2 mとなり、実際（1.4 m）と近い値になる。マンホールが地震後も浮上した状態でとどまっているのは、周辺の土砂が底面にまわり込んでいるためと考えられる。

4. あとがきにかえて

このレポートは本来ならば、1年以上も前に出されているべきものであったが、完全に時期を逸してしまった。このためレポートの体裁もとてもまっとうなものとは言えなくなっている。そこで、あとがきにかえて、著者の一人（磯山）の地震発生から現地までの動き、感じたことなどを当時社内報に掲載した文章から書き写してあとがきとしたい。

「地震が発生した時、私は会社で仕事をしていた。たいした地震ではないと思い、特に気にもとめず帰宅して初めて釧路で被害があることを知った。翌日、午後に自宅に近い横浜事務所にお邪魔して、情報収集に努めた。午後遅く佐伯室長と連絡をとり、調査に行くことにした。4時すぎには、現地とようやく電話が通じ、ホテル、タクシーの予約を行った。ホテルは、電気、水道も含めて平常通りの営業ということで安心した。

地震で被害を受けた方々には誠に申し訳ないが、この間というのは我々地震防災の専門家にとっては、知的な好奇心で胸がいっぱいという状況で、夜もよく眠れない。地震工学というのは典型的な経験工学であり、地震の度に様々なことを学んできた。いくらお金をかけて実験をしてみた所で、実際の地震にはかなわない。

翌朝1月17日（月）釧路に飛んだが、この日から降りはじめた雪により、おりられる

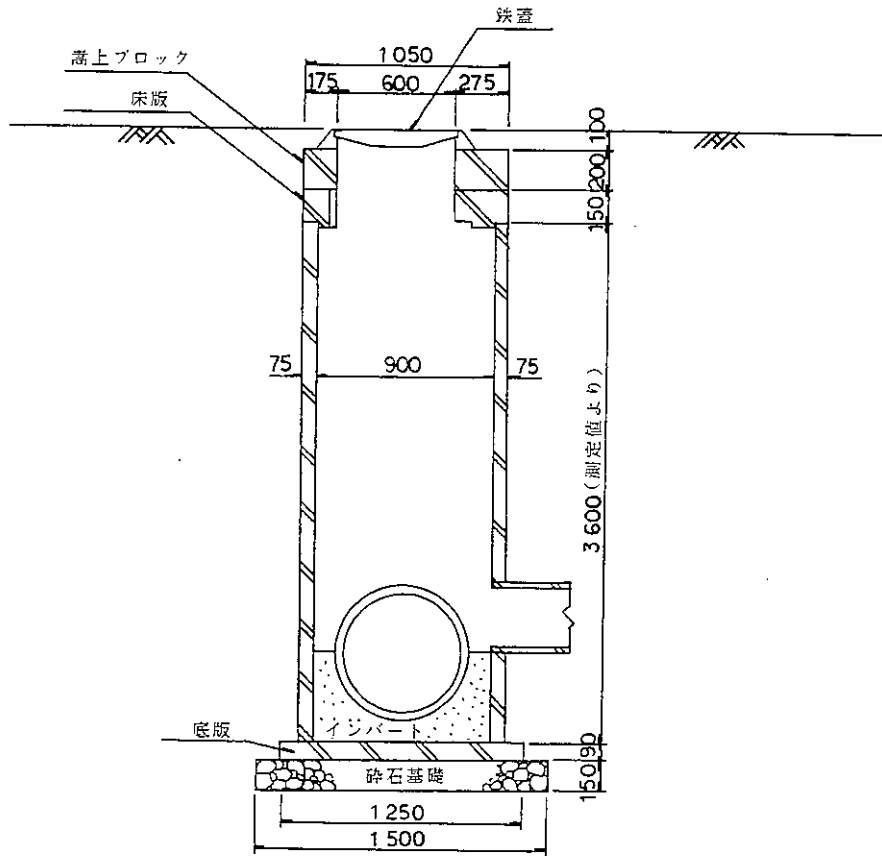
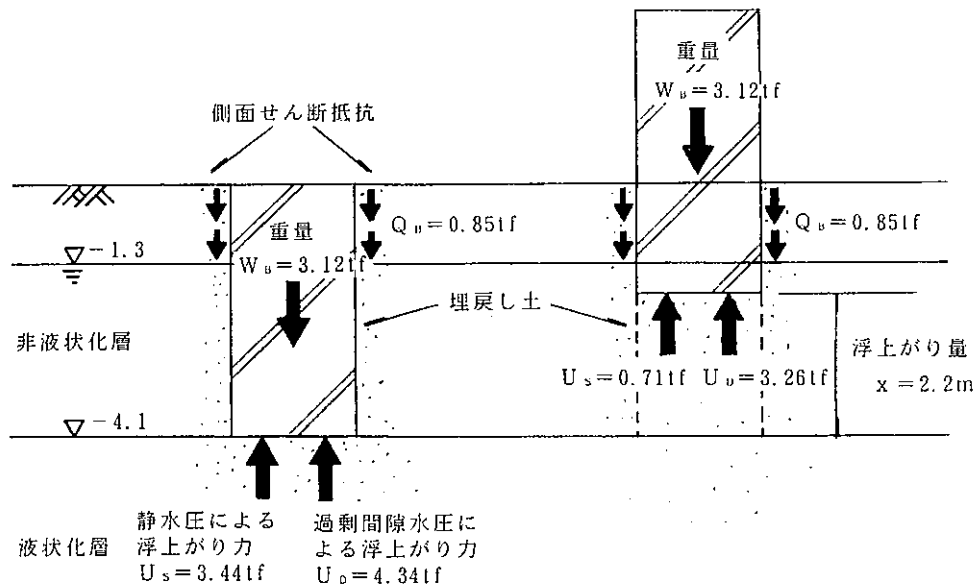


図-6 マンホール構造図



$$F_s = \frac{W_s + W_B + Q_s + Q_B}{U_s + U_D} = \frac{0 + 3.12 + 0 + 0.85}{3.44 + 4.34} = 0.51 < 1.1 \text{ N.G}$$

図-7 浮上がり判定結果

やまされることになった。まず、空港から出発してすぐの大楽毛橋で、私が盛土斜面ですべり腰を打ち、そのまま病院行きとなった。幸い骨には異常がなく、何とか調査を続けられたが全治3週間の打ち身であった。

雪は4日間降りつづき、車のスピードが出せず、調査地点目前で無情にも日が暮れたこともあった。また、地割れはもちろん被害箇所がよく見えず、車にスコップと箒をついで、雪を掃除しながらの調査となった。写真も雪のために立体感が出ない(被害の写真の一部に雪のないものもあるが、これらは5月に再訪した時のものである)。さらに、本来は1月19日に帰る予定であったが、雪のため飛行機が飛ばず、結局20日の午後にようやく飛んだ最初の便で帰ることができた。」

参考文献

- 1) 財団法人防災協会：地震工学振興会ニュースNo.128，平成5年1月
- 2) 東京電気大学安田進教授とのディスカッションによる。



写真-1 庶路川、庶路橋下流
左岸の液状化と流動

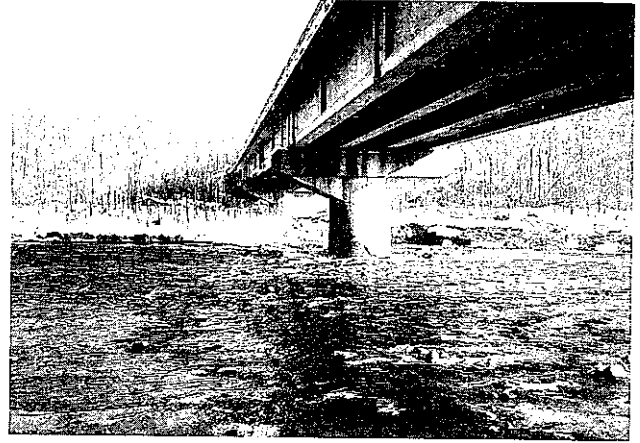


写真-4 松之恵橋 (R240)
—— 橋脚基部のクラックおよびコンクリート剝離
被害の状況から、橋軸直角方向に振動したものと考えられる。

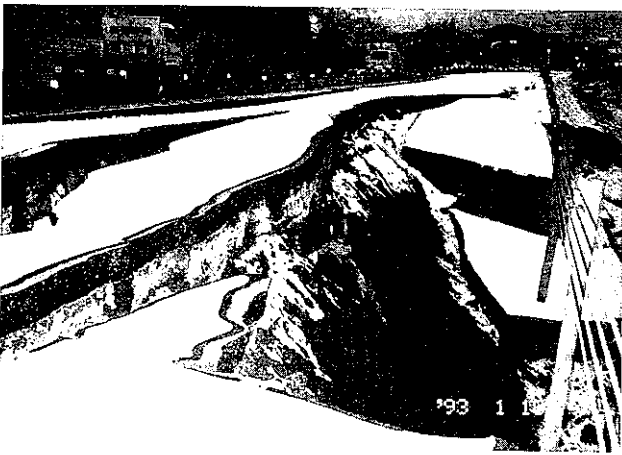


写真-2 道路盛土の崩壊 R38 音別町～白糠町間
—— 高さ約15～20mの盛土が約30～40mにわたって崩壊



写真-5 松之恵橋橋脚基部
—— 主鉄筋も若干はらみ出しているのがわかる。

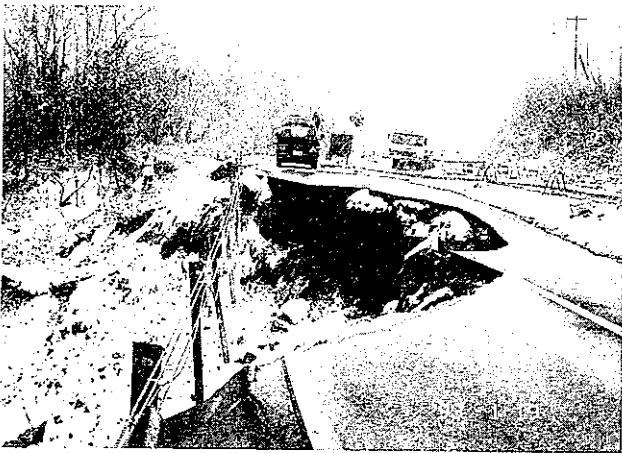


写真-3 道路盛土の崩壊 R391 鳥通～達古武間
—— 高さ約7～8mの盛土が約30mにわたって崩壊

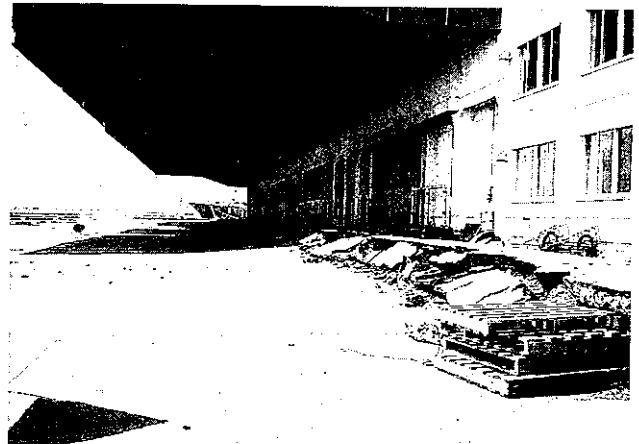


写真-6 釧路港副港 漁協魚市場
—— 液状化によってエプロンが約0.5～1m沈下した。

(写真-4, 5は田蔵 隆氏(清水建設(株)技術研究所)提供のもの)



写真-7 釧路港副港 エプロンの亀裂
 —— エプロンには、このように岸壁に添って亀裂が走った。

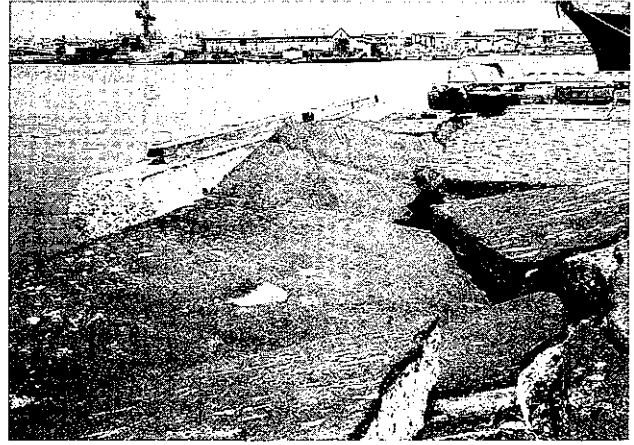


写真-8 釧路港副港 岸壁の様子
 —— 岸壁は、亀裂や目違い、段差などが生じ、
 エプロンもずたずたとなった。

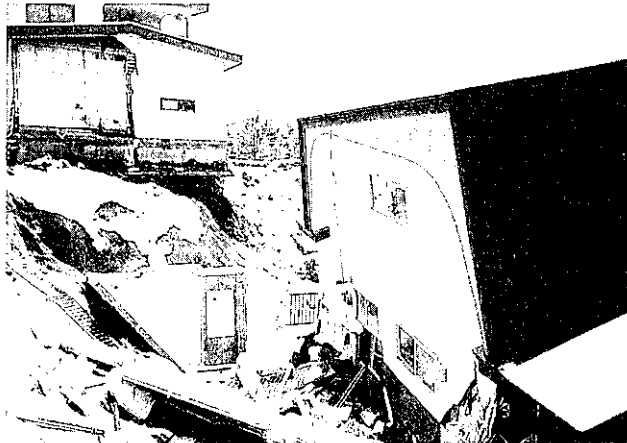


写真-9 釧路市緑ヶ岡6丁目の被害
 —— 高さ約6~7mの盛土造成地
 が斜面崩壊し、付近の家屋が
 全半壊した。



写真-10 釧路駅~幣舞橋の典型的な被害建物
 —— 建物の1階部分が壊れ、向って右に傾いている。

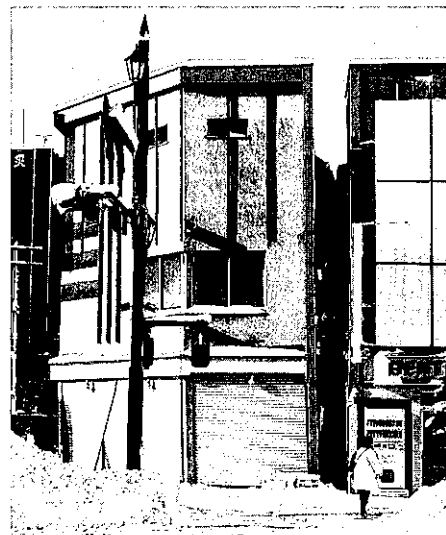


写真-11 釧路駅~幣舞橋の典型的な被害建物
 —— 交差点角地に建設された建物の1階部分が壊れ、
 向かって左に傾いている。

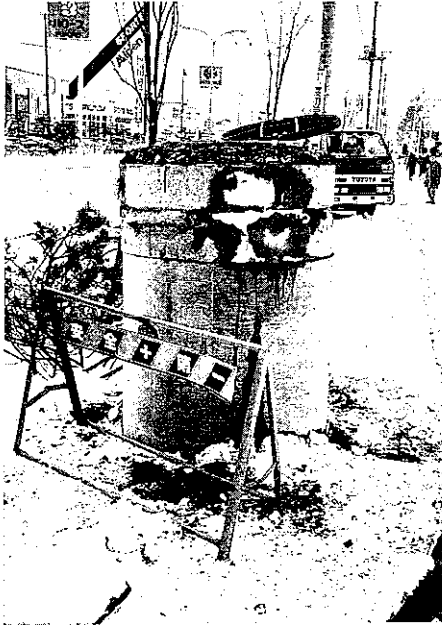


写真-12 桂木地区
 (ニチイおよび貯木場前)
 —— 下水道マンホールが約25ヶ所で
 浮上がった。



写真-13 マンホール (湿地の中)



写真-15 マンホール掘削時の状況
 —— マンホールとともに管路も浮上がっている。



写真-14 ニチイ裏の駐車場での噴砂
 —— 大規模に生じたクラックより噴砂が発生しており、
 周辺地盤は沈下している。



写真-16 マンホール撤去後の状況
 —— マンホール底面に土砂が回り込んでいるのがわかる。