

# 浦河沖地震による建造物の被害と地盤の関係

Damages of structures due to ground failure resulting from the Urakawa-oki earthquake of March 21, 1982

いし 原 研 而\* 安 田 すすむ\*\*  
 佐 田 頼 光\*\*\* 森 本 もり 巖 いわお\*\*

## 1. まえがき

1982年3月21日午前11時32分に、強い地震が北海道の浦河地方を襲った。この地震により、建築物、橋梁、港湾施設、道路斜面等が、推定総額約53億2千万円<sup>1)</sup>におよぶ大きな被害を受けた。

筆者達は地震数時間後およびその後2回ほど被災状況を調べてまわった。その結果、いくつかの建造物で地盤に起因した被害を受けていることが観察された。その後に特に地盤調査を行ったわけではないため、被害と地盤特性を完全に把握したとは言えないが、地形や地盤概況との関係で考察されたことについて、以下に報告することにする。

## 2. 地震動および被災概況

昭和57年浦河沖地震と命名されたこの地震は、浦河から約20km沖合の東経142.6度、北緯42.1度、震源の深さ10kmの位置で発生した。マグニチュードは7.1(当初7.3と発表されたが後に訂正)で、北大地震予知センターの発表によれば、震源域は直径約40kmの円形と推定された。

各地の震度は浦河でVI、静内・苫小牧・帯広等でIVであった。また、強震計の観測結果によると、図-1に示した最大加速度が各地で生じていたことが明らかにされた<sup>2)</sup>。

筆者達は様似、浦河、東静内の台地にある墓地をそれぞれ1箇所ずつ訪れ、墓石の転倒状況を大雑把に調べてみたが、転倒率はそれぞれ1%以内、10%、20%程度であった。岩崎ら<sup>3)</sup>の提案している関係式を用いて、転倒率から、道路橋耐震設計指針<sup>4)</sup>の分類方法による第1種地盤(3箇所とも台地のため)での地表最大加速度を試算すると、図-1に示した値となる。また新耐震設計法(案)<sup>5)</sup>で用いられている距離減衰の一般式を用いて、マグニチュード・震央距離から地表最大加速度(ただし平均地盤のみ)を推定すると、図-1に示した値となる。これらの結果から、浦河～静内地域では200～300gal程度の地表最大加速度が生じていたのではなかろうかと、筆者達は考えている。

さて、この地震による建造物の被災状況を、地盤の影響の有無にかかわらずまとめてみると、図-2のようになる。

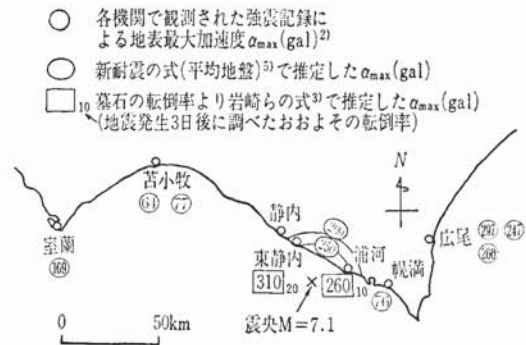


図-1 浦河沖地震によって生じた地表最大加速度

地震動がかなり大きかった割には、建造物の被害の量は少なかったようである。これは、建造物の絶対数が少なかったこと、津波や火災による2次災害が発生しなかったことに起因していると考えられる。また、1952年、1968年の十勝沖地震等により、この地方は繰返し被害を受けてきたため、住宅の基礎をしっかりとしたものにし、主要部材に必要な以上の大きい材を用いたりするなど<sup>1)</sup>、耐震的な配慮がなされていたことも挙げられよう。

## 3. 地形および地質概要

図-2に被災地付近の地質図を示す。静内町から浦河町にかけての太平洋沿岸部では、丘陵が海岸線まで迫った地形を呈するために、平地が少なく、わずかに小河川沿いおよび海岸沿いに沖積低地が形成されているにすぎない。沖積低地では、図に見られるように、河川の蛇行部や後背湿地に泥炭が形成されている。最も顕著なものは梟舞川(はりまい)にみられ、次いで静内川、元浦川、向別川、様似川に発達している。

基礎を成す地質は次のとおりである。

- ① 静内川～元浦川……新第三紀鮮新世、中新世の砂岩、泥岩、頁岩から成る軟質岩
- ② 元浦川～門別川……中世代白亜紀の泥岩を主とし、まれに砂岩、凝灰岩を介在
- ③ 門別川以東……中世代白亜紀以前の変成岩

## 4. 地盤の液状化による建造物の被害

地盤に関係した建造物の被害のうち、まず、地盤の液状化に起因したものを述べてみる。地盤が液状化したか否か

\*東京大学教授 工学部  
 \*\*基礎地盤コンサルタンツ(株) 技術センター  
 \*\*\*基礎地盤コンサルタンツ(株) 札幌支社

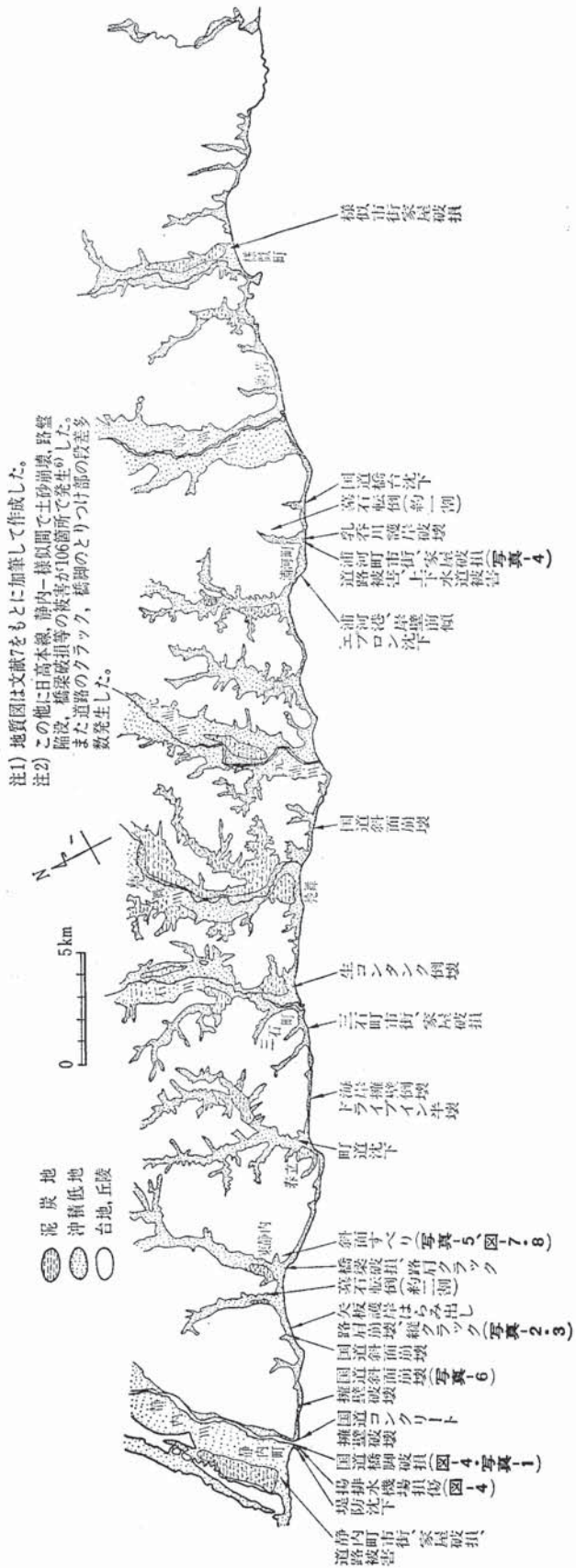


図-2 主な被災箇所と地質

を、通常行われているように、噴砂が見られたかどうかで判断することとし、今回の調査範囲内で噴砂が見られた箇所を挙げると、表-1および図-3となる。ただし、この

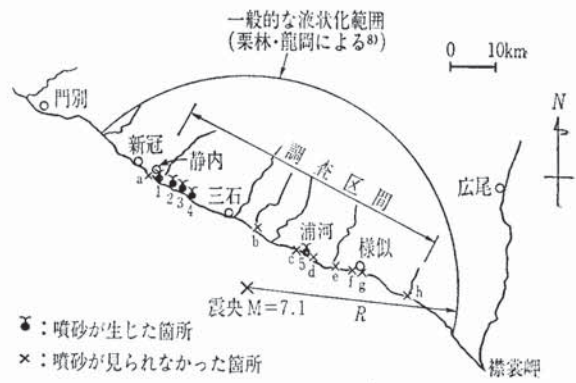


図-3 液状化地点の分布図

表-1 噴砂の見られた地点

地点番号	場 所
1	静内川右岸河口付近の河川敷
2	ロクマップ川右岸河口付近の川底
3	有良川河口付近の河川敷
4	アザミ川右岸河口付近の河川敷
5	浦河港物揚場と-4.5m岸壁の中間

表-2 噴砂が見られなかった地点

地点番号	場 所	周囲の被害状況
a.	静内駅付近	家屋の損傷
b.	亀舞川左岸河口付近	国道橋に被害見られず
c.	浦河町堺町, 常盤町, 東町	家屋の破損, 道路き裂
d.	乳香川河口付近	国道橋取付部段差, 鉄道橋橋台クラック・裏込め沈下, 堤防小段にクラック
e.	幌別川左岸河口河川敷	国道橋, 鉄道橋とも被害見られず
f.	様似港	様似港に被害見られず
g.	様似駅付近	家屋の損傷, 道路き裂
h.	幌満川左岸河口河川敷	国道橋に被害見られず

範囲内をすべて調べているわけでもないため、逆に、調べたが噴砂の見られなかった箇所も参考のために表-2および図-3に示しておいた。

栗林・龍岡<sup>9)</sup>によると、過去の地震で液状化を生じた範囲(震央距離 $R$ )とマグニチュード $M$ の間に、 $\log_{10} R = 0.87M - 4.5$ (平均値)の関係が得られている。図-3にはこの範囲も示したが、これと図-1に示した推定加速度等から、今回の調査区間内では地盤条件によっては液状化する可能性が十分にあったと言える。

さて、表-1に示した液状化箇所付近の見取り図と、噴砂の粒径加積曲線を示すと、図-4, 5となる。また、静内川、有良川での噴砂状況を写真で示すと、写真-1, 2となる。ただし、図-4はあくまでもスケッチであり、測量を行ったわけではないことをお断わりしておく。これらの地点の液状化状況および構造物の被害との関係を述べると、以下のようになる。

静内川河口付近の右岸では、河川敷にクラックが生じ、そこから暗灰色の粗砂(場所によっては細砂)が噴出していった。図-5には宮城県沖地震の際に噴出した砂の粒径加積曲線も示した<sup>9)</sup>が、これに比べて粗い粒径分布となつて

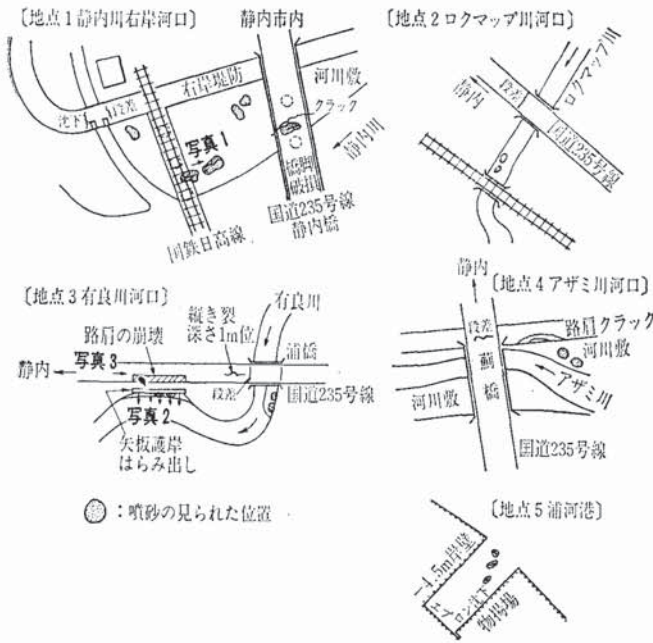


図-4 各噴砂位置の見取り図

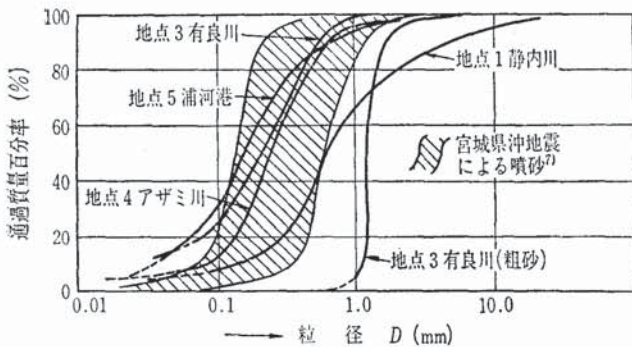


図-5 噴砂の粒径加積曲線

いる。付近にある国道 235 号線の静内橋は、橋脚がひどく損傷し、国鉄日高本線の橋梁では橋脚と地盤との間に約 20 cm の相対変位を生じ、堤防は 20~30 cm ほど沈下していた。道路橋の被害に液状化が起因していたか否かは詳しい調査結果を待たなければ分からないが、鉄道橋の方にそれに起因した被害が見当たらないため、液状化が直接の原因ではないものと推察される。

ロクマップ川河口では川底に噴砂が見られたが、付近の橋梁には段差程度で、液状化による構造物の被害は生じていなかった。

有良川河口（静内町浦和地区）では、写真-3 に示すように、道路盛土を留めている矢板護岸が前にはらみ出して、路肩も崩れていた。矢板前面の川底や少し上流の洲に噴砂が見受けられた（写真-2）から、矢板のはらみ出しは、前面の地盤が液状化し受働土圧が減ったことに起因しているのではないかと推察される。

アザミ川河口では緑灰色の細砂が噴出しており、堤防のり肩にクラックが入って多少沈下していた。この崩れは



写真-1 静内川右岸河川敷の噴砂（向こうは国道静内橋）



写真-2 有良川河口の矢板前面に見られた噴砂

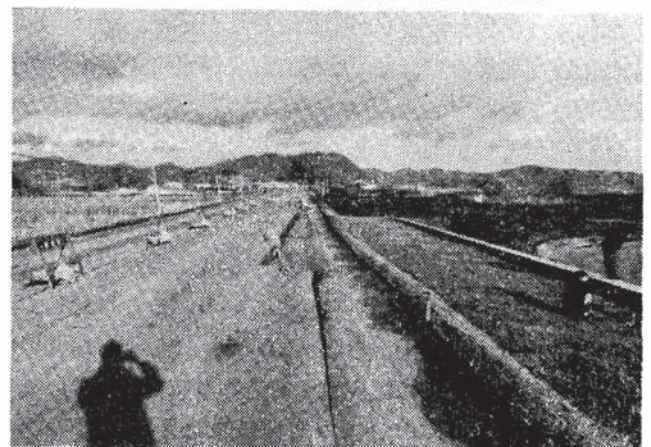


写真-3 有良川河口付近の路肩崩壊状況

液状化に起因したすべりによって生じたものと推察される。

浦河港では中央突堤の根元付近で、茶褐色のシルト質砂（一部に灰色の細砂）が噴出していた。付近にはエプロンの沈下、岸壁（重力式、ケーソン式）の前面移動が生じていたが、液状化したのは裏込めの土であり、また岸壁の深

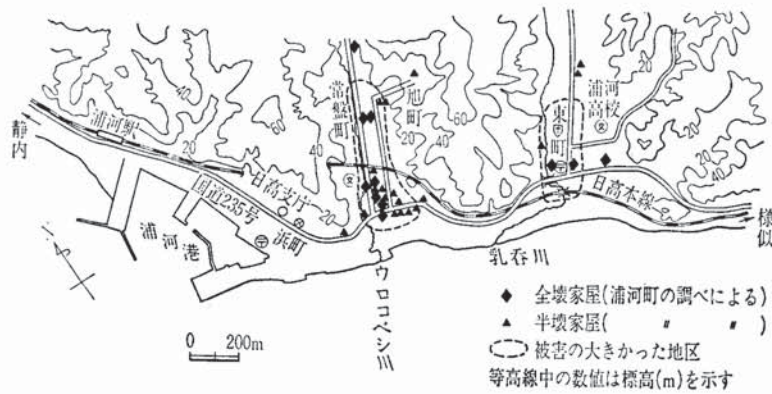


図-6 浦河町内で被害の大きかった地区

さ(-4.5mおよび-5.5m)に比べて、岸壁から噴砂地点まで約20mも離れているため、これらの被害は液状化と直接は関係ないのではないかと考えられた。

5. 軟弱地盤に起因した被害

浦河町では、木造家屋を中心に建築物が被害を受けた。鉄筋コンクリート造、鉄骨造、コンクリート・ブロック造の建築物の被害は軽微で、エクспанションジョイント、壁、柱のひび割れ程度であった。図-6に示したように、木造家屋の被害はウロコベシ川河口の常盤町、乳呑川河口の東町の沖積低地に集中していた。なお、ほぼ同じ地区に上下水道の埋設管の被害も集中していたようである<sup>10)</sup>。この地区では、写真-4に示したように、家屋の倒壊、傾斜、モルタル壁のはく離等が軒並に生じていた。そして、道路の歩道が路面より10~20cm沈下していた。また、乳呑川の護岸はコンクリートブロックで造られているが、このブロックがかなり崩壊していた。これに対し、海浜に市街地が発達した浜町付近では、ガラスの破損、モルタル壁のはく離程度の軽微な被害しか生じていなかった。なお、1968年の十勝沖地震の際にも、常盤町および東町で建築物が被害を受けていた<sup>11)</sup>。

乳呑川付近の低地のうち、浦河高校傍のボーリングデータによると、深度1~4m付近までN値=0~1回の泥炭層、その下位に深度7m付近までN値=1~2回のシルト層、12mまでにN値=6回程度のシルト層が堆積し、これ以深にN>30の泥岩層が存在している。これに対して浜町付近の地盤は砂質土から成っている。1952年、1968年の十勝沖地震においては泥炭地で構造物の被害が大きいことが報告されており<sup>11),12)</sup>、また宮城県沖地震(1978)の際にも泥炭層が表層に堆積している苦竹付近で中層建築物に被害が多く発生したが、これらから考えて、表層での地震動の増幅度のみならず、泥炭の強度、沈下特性が構造物の被害に影響を与えたのではないかと考えられる。つまり地震時に泥炭層が圧縮沈下したり、強度低下することに起因して、上の構造物が被害を受けたものとも考えられよう。ただしこれは推論に過ぎないため、地震荷重が加わった場合

表-3 静内町春立の地盤<sup>14)</sup>

深 さ(m)	土 質	N 値
0	泥炭, 粘土	1~2
10	粘土, 砂質粘土	5~10
20	粘土, 砂質粘土	10~20
25	泥 岩	>50
30		

の泥炭の圧縮量や強度変化について、今後研究が行われることが望まれる。

さて、泥炭地盤の被害のもう一例として、道路の横断クラックが挙げられよう。国道235号線は海岸沿いを通り、静内~様似間は低地を走ったり、台地に上がったりしている。そして、ほとんどが低盛土や特別の盛土のない道路である。したがって、台地と低地の境には当然のことながら横断クラックが多く発生していたが、その他に低地内でも細かい横断クラックが多数発生していた。例えば春立付近では数10mに1本の割合でクラックが生じていた。春立での地盤の概略を示すと表-3<sup>1)</sup>となり、表層部に軟弱な泥炭層が厚く堆積している。

1968年十勝沖地震の際にもこの地域で道路に直角なクラックが生じたと報告されている<sup>11)</sup>。また、日高地方西部地震(1981)の際に、国道36号線の植苗地区(千歳~苫小牧間)でも横断クラックがいくつか生じたことが谷口らによって報告されている<sup>13)</sup>。その区間は洪積台地により形成された谷部を沖積の泥炭層・シルト層・砂層が埋めていた。ちょうどこの地震の前後で地表の沈下量が測られており、沖積層の厚さに応じて沈下量が大きくなり、最大で約3cmの沈下が生じていたことが述べられている。また、この沈下量を室内繰返し試験で説明しようという試みも行われている。

このようなほかの例も含めて考察してみると、今回の地震時に平地で生じた横断クラックは泥炭層の圧縮沈下に起因しているものと推定される。つまり、この区間の国道235号線は平地といえども埋没谷を横切っているため、そこでの泥炭層が延長方向に不同沈下を生じたために、横断クラックが発生したとみなすこともできよう。

6. 斜面の被害

地震動の激しかった静内~様似間には段丘はあるものの、大規模な斜面や造成地はない。また様似~えりも間には大規模な斜面はあるものの、地層が受け盤となり、かつ中生代の堅硬岩である。したがって、伊豆大島近海地震(1978)で生じたような大規模な斜面崩壊とまではいかないが、それでも国道235号沿いに3地区(静内町東静内、入船地区、三石町)ですべり、崩壊が生じていた。

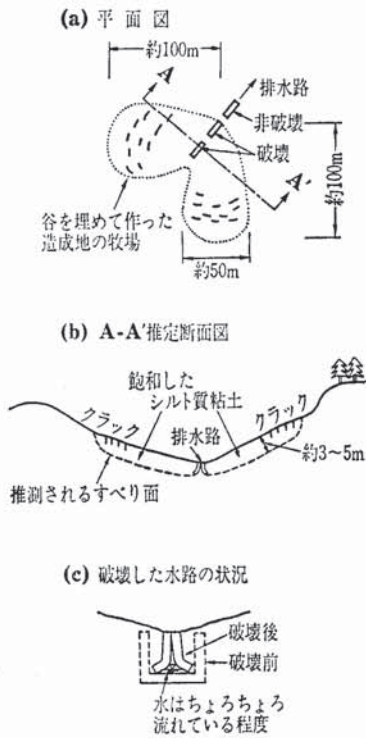


図-7 東静内における斜面の被害(その1)

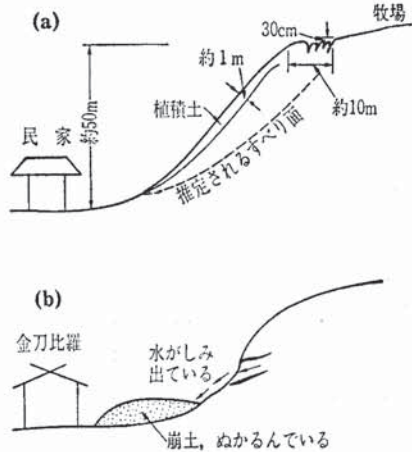


図-8 東静内における斜面の被害(その2)

静内町東静内地区では2種類のすべりが生じていた。その一つは、図-7に平面図および推定の断面図を示したように、谷を埋めて作った造成地の牧場で、谷に向かって地すべりが生じていた。中央部には木製の水路が設けてあったが、地すべりによって写真-5に見られるように、押された恰好で破壊していた。谷を盛り立てた土はシルト質粘土であるが、この盛土の底面の排水が不完全で盛土が飽和状態にあり、したがって強度も低かったものと考えられる。

もう一つの斜面では、図-8(a)に示したように、約50mの高さの斜面ですべりが生じていた。崖ふちから約10mの位置にき裂が入り、約30cmの段差を生じていたため、かなり深いところにすべり面が生じているのではないかと推察された。また、同じ崖のほかの箇所では、(b)に示したように、崖下に小規模のすべりが生じ、そこから少量の水が浸み出していた。

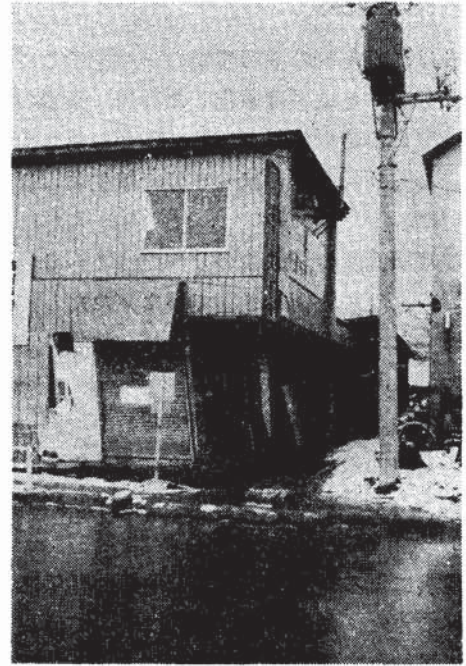


写真-4 傾斜した家屋(浦河町)



写真-5 静内町東静内での牧場斜面の被害



写真-6 静内町入船地区での斜面崩壊

次に、国道235号の交通止めの原因となった斜面崩壊が静内町入船地区(5箇所)、三石町覺舞地区(1箇所)で生じていた。いずれも数10m程度の高さの凸型斜面であり、表層のすべりが主であった。なお、これらの一連の崩壊箇所は1981年8月の台風12号による豪雨でも多数崩壊してい

た<sup>6)</sup>。

写真一6は、静内町の崩壊現場の一つを示しているが、この付近に分布する地質は風化した砂岩、頁岩の互層で、N70°W、25°Sの走向傾斜を有し、斜面に対し流れ盤となっていた。切り取り勾配は1割～8分で植生および金網で保護されていた。

三石町の崩壊箇所の切り取りのり勾配は4～6分であり、砂岩と泥岩の互層から構成されていた。ただし、付近に存在する断層のため地層はじょう乱され、地層の走向傾斜は明りょうではなかった。

以上が、斜面の被害箇所の説明であるが、国道235号線沿い以外にも斜面の被害はいくつかはあったようである。

## 7. あとがき

浦河沖地震による建造物の被害と地盤の関係についてくつか述べてきた。ただし地盤状況については、ボーリング資料等の詳細な情報がほとんど手に入らないため、かなりの推測ばかりになってしまった。

なお本調査を行うに当たって、東京大学吉田喜忠氏、基礎地盤コンサルタンツ(株)の池上龍男、三浦盛男、斉藤和夫、竹氏彰氏の御協力を得た。また、浦河町役場、日高支庁の方々には資料を見せていただいた。末筆ながらこれらの方々に感謝する次第である。

## 参 考 文 献

- 1) 小谷俊介・勅使川原正臣：昭和57年浦河沖地震による被害調査(速報)，建築防災，Vol. 54，1982。
- 2) 強震観測事業推進連絡会議：1982年3月21日，昭和57年(1982年)浦河沖地震，強震速報，No. 20，国立防災科学技術センター，1982。
- 3) 岩崎敏男・川島一彦・高木義和：1978年宮城県沖地震による地域別地震強度の分布に関する調査報告，土木研究所資料，第1512号，1979。
- 4) 日本道路協会：道路橋耐震設計指針・同解説，1972。
- 5) 建設省：新耐震設計法(案)，土木研究所資料，第1185号，および建築研究報告，No. 79，1977。
- 6) 安江朝光・佐々木康・浅沼秀弥・中島威夫：浦河沖地震における土木関係被害調査速報，土木技術資料，Vol. 24，No. 7，pp. 365-372，1982。
- 7) 北海道立地下資源調査所：水理地質図，No. 14「浦河」，1978。
- 8) 栗林栄一・龍岡文夫：Brief Review of Liquefaction during Earthquakes in Japan，土質工学会論文報告集，Vol. 15，No. 4，pp. 81-92，1975。
- 9) 陶野郁雄・安田 進：Liquefaction of the Ground during the 1978 Miyagiken-Oki Earthquake，土質工学会論文報告集，Vol. 21，No. 3，pp. 18-34，1981。
- 10) 磯山龍二・篠泉・片山恒雄：1982年浦河沖地震による浦河町上水道施設の被害と復旧，土木学会第37回年次学術講演会講演集，第1部，pp. 649-650，1982。
- 11) 1968年十勝沖地震調査委員会：1968年十勝沖地震調査報告，北海道大学工学部，1969。
- 12) 北海道開発局土木試験所：十勝沖地震調査報告，土木試験所彙報，第4号，1952。
- 13) 谷口秀男・佐田頼光・斉藤和夫：1981年日高地方西部地震による盛土基層の応答解析例について，土質工学会北海道支部年次技術報告会報告集，第22号，pp. 27-32，1982。

(原稿受理 1982.12.24)

## 土 質 工 学 会 図 書 案 内 (英 文)

### ENGINEERING PROBLEMS OF ORGANIC SOILS IN JAPAN

A 4判 100ページ 会員特価 1,500円・定価 2,000円・送料 350円

### PRESENT STATE AND FUTURE TREND OF PENETRATION TESTING IN JAPAN

レター判 36ページ 会員特価 1,000円・定価 1,300円・送料 300円

### ROCK MECHANICS IN JAPAN VOLUME 2

A 4判 225ページ 定価 1,500円・送料 350円

### 第9回国際土質基礎工学会議 プロシーディングス I. II. III

#### PROCEEDINGS OF THE NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING

レター判 Vol. 1:801ページ, Vol. 2:652ページ, Vol. 3:583ページ 定価 50,000円(送料込)

### SPECIALTY SESSION プロシーディングス

#### Specialty Session 2

SOIL SAMPLING(PAPERS) レター判 布クロス上製本 150ページ 定価 3,000円(送料込)

SOIL SAMPLING(DISCUSSIONS) レター判 布クロス製本 55ページ 定価 4,000円(送料込)

#### Specialty Session 9

CONSTITUTIVE EQUATIONS OF SOILS レター判 310ページ 定価 4,000円(送料込)

### 国際ソイルサンプリングシンポジウム プロシーディングス

#### STATE OF THE ART ON CURRENT PRACTICE OF SOIL SAMPLING-1979

レター判 布クロス上製本 220ページ 定価 5,000円(送料込)

申込先 社団法人 土 質 工 学 会

東京都千代田区神田淡路町2丁目23番地 香山ビル 千101 電話 03-251-7661(代) 郵便振替 東京 4-40786