

# 2003年宮城県北部地震および十勝沖地震現地調査報告

技術本部 顧問 武藤 章

概要:2003年7月26日に宮城県東北部を震央とする宮城県北部地震,さらに,同年9月26日には十勝沖地震(M8.0)が主に北海道東部地方を襲った.両地震ともに震度6強ないし6弱の震度を記録し,各種の被害が出た.

この報告は上述記2地震直後に行った被害調査結果の概要をまとめたものである.

**Key Words:** 車両制限令,自動車,運搬,規制緩和

## 1. はじめに

1995年「平成7年兵庫県南部地震」以後,地震防災に対する関心が高まった.その後も2000年「平成12年鳥取県西部地震」(震度6強,負傷者182名,家屋の全半壊3532棟),2001年「平成16年芸予地震」(死者2名,負傷者288名,家屋の全半壊844棟)など各地で被害地震が発生している.東北・北海道地域では2003年5月26日に宮城県気仙沼市沖を震央とするM7.0の地震,同年7月26日に宮城県東北部を震央とする宮城県北部地震(M6.2),また同年9月26日には十勝沖地震(M8.0)が発生し,いずれも被害がでた.宮城県北部地震はいわゆる活断層型の内陸地震で,十勝沖地震はプレート境界型地震の典型的なケースである.

筆者は7月の宮城県北部地震と9月の十勝沖地震直後に被害状況を調査した.本報告は2回の調査結果の速報として社内公开发表したものから特に目立った被災状況を取り上げ,その概要をまとめたものである.震災の様相は地盤・地形条件,地震波特性,構造物の設計・材料特性,気象条件等によって異なる.現時点でそれらの情報を十分に把握していないので,本報告では地震によって生じた被災様相の概要説明だけにとどめたい.

なお,十勝沖地震の調査結果の一部を「開発技術研究会」で発表した(文献3).また,地震・津波に関する情報,被害件数等の資料は関係各機関のHP,新聞・テレビ情報から引用した.

## 2. 宮城県北部地震について

2003年7月26日に宮城県北東部,矢本町,鳴瀬町,河南町,鹿島台町周辺地域は一日に震度6の地震に連続3回見舞われた.震度6クラスの地震が一日に3回も連続して発生したことはほとんど前例がないといわれる.気象庁は1回目を前震,2回目を本震,3回目を余震とした.

表-1 7月26日に発生した震度6の地震

時刻	マグニチュード	震源深さ (km)	震度
0:13	5.5	約12km	6弱
7:13	6.2	約12km,	6強
16:56	5.3	約12km	6弱



武藤章

観測によると、1回目の地震時に湧谷町で2,037ガル、2回目に鹿島台町で1,632ガル、3回目に鳴瀬町で668ガルの最大加速度を記録した(過去最高は鳥取県西部地震の1,584ガル)。

3回の地震の震央が図-1のように、ほぼ南北方向に延びる旭山撓曲帯沿線上に位置することから、撓曲構造部の活動による地震であるとされた。このことについて旭山撓曲とは別の活断層の活動によるとする異論もあるが、いずれにしても活断層型の地震(直下型地震)である。また、2003年5月26日に発生した宮城県気仙沼沖の地震(M7.0)時には宮城県北部から岩手県南部地域で被害がでたが、当地域でも石巻市、湧谷町などで震度6弱を記録し、一部で地盤の液状化現象が見られた。さらに、1978年宮城県沖地震(M7.4)時には宮城県で死者28名、全半壊に6700棟余の被害が出た。

宮城県沖地震(1978年宮城沖地震を想定)が2020年までに再来する確率が81%とされる想定宮城県沖地震と今回の宮城県北部地震とは異なるとの見解が示されている。

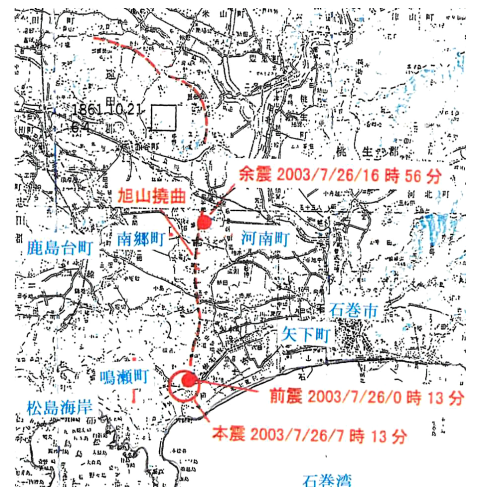


図-1 旭山撓曲  
「新編日本の活断層」(東大出版会)に加筆

(1) 被害の概要

a) 地盤の液状化

鳴瀬町牛網地区内の田面の0.5~1.0km<sup>2</sup>範囲で地盤が液状化して多量の噴砂堆積物が田面を覆っている。噴砂丘は線(列)状ないし雁行状に分布するところがあり(写真-1)、地割れに沿って液状化した砂が噴出したことを示す。



写真-1 牛網地区の噴砂丘列(A - B)



写真-2 大量の砂の噴出により緩い起伏面となった牛網地区内の田面



写真-3 農道の被害

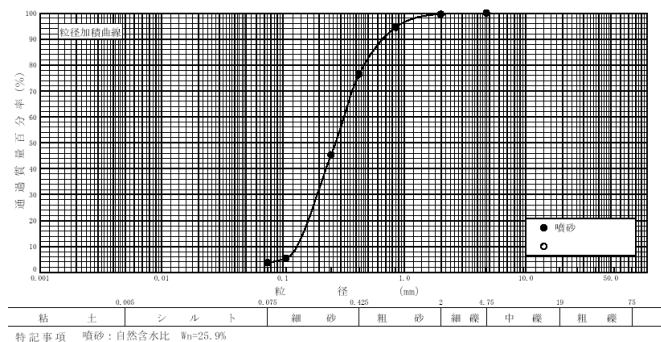


図-2 噴砂の粒径加積曲線

大量の噴砂によって田面は緩く波状～階段状に変形し、水が掛かからないところが生じた(写真-2)。噴砂はほとんど田園部に分布し、一部の農道(写真-3)を除いて、民家等に大きな被害はでなかった。この地区は1978年宮城県沖地震時にも大量の噴砂があったということである。噴砂サンプルの粒径加積曲線を図-2に示した。

#### b) 急傾斜面(崖)の崩壊

鳴瀬町、矢本町、松島町東部地区で多数の急傾斜地崩壊(崖崩れ)が発生した。被災地周辺では山地と平野部との境界部に、山地に分布する新第三紀中新世の堆積層(軟岩)が急傾斜地を形成しているところが多く、その急傾斜地の脚部に位置する一部の住宅は裏山に高い崖を背負っている。

被災地の東部、松島町手樽地内には塊状岩相を呈する新第三紀凝灰岩類、凝灰質砂岩等が分布するが、比較的顕著な亀裂が楔状に入った部分では亀裂面に沿って、大岩塊が抜け落ちる例が多く見られる(写真-4)。矢本町、鳴瀬町付近では、ほぼ水平な新第三紀砂岩、凝灰岩類が急斜面を形成するところが多いが、層理面のほかにも比較的細かく亀裂が入っている(写真-5、-6)。今回の地震で裏山急傾斜地の崩壊土砂が住家に損害を与えた例もあるが、寸前で土砂移動が停止した例が多い。小規模な落石は数えきれない。



写真-4 松島町手樽地内の崖崩れ



写真-5 矢本町鹿妻地内の住家裏の斜面崩壊



写真-6 矢本町地内の住家裏の斜面崩壊



写真-7 木造家屋の倒壊例

#### c) 構造物の被害

被災地では老朽木造建物が全半壊した例が多い。新しい木造建物の多くは無被害か、あっても軽微であったが、屋根瓦が落下した例が多い。

コンクリート造建築物でも、建築年代が古く、現行耐震基準を充たさないものに被害がでた例がある。

河南町内のいわゆる沖積平野部に立地する公立深谷病院棟は新館と旧館(4階建、新基準改訂前に建築)とからなり、新館には被害はないが、旧館は被害を受けた。建物内部の立ち入りが禁止されていて外周からの目視調査しできなかった。

旧館棟の柱、壁には亀裂等の小規模な変状が全般にみられるが、その中で2階、3階部分の支柱、特に中央部の支柱にX字型～雁行型の大きな亀裂が目立つ(写真-8)。このような支柱の破壊様相は1、4階には確認できなかった。

なお、本病院では地震直後に自家発電に切り替え、旧館の入院患者を新館病棟に移したとのことである。7月30日現在、水道が断水しており、レントゲン検査をプレハブ小屋で行うなどして日中の外来患者の医療業務を行っていた。

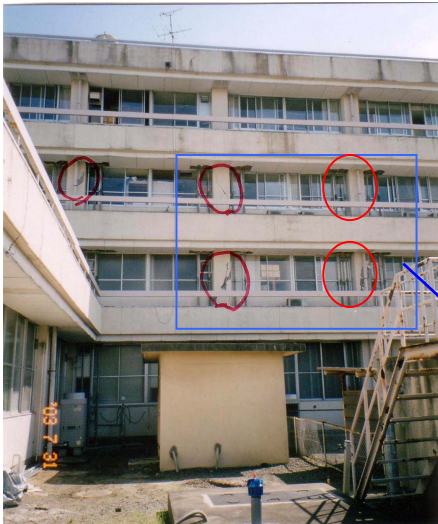
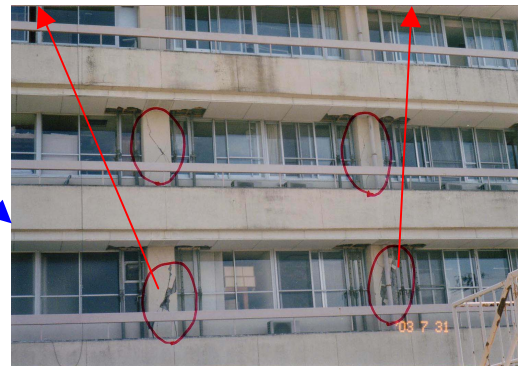


写真-8 深谷病院旧館棟主柱の亀裂



亀裂の近接写真

鹿島台町役場庁舎と鹿島台病院病棟(ともに3階建)とは道を挟んで隣り合っており、両者とも40年以上前に建築されたとのことである。両者とも台地脚部の河川の沖積氾濫原末端部に位置する。

町役場本庁舎は閉鎖されていて、外周からの目視調査しかできなかった。外周壁には全体的に小亀裂、化粧張りの剥げ落ち等の変状が生じているが、大きな割れ目は確認できなかった。その中で、写真-9のように庁舎玄関(2階にある)脇の主柱2本が、2階床面の高さの箇所まで破壊された。このような柱の破壊は1,3階部分では確認できなかった。なお、この地震対策のために設置された防災対策本部は近くのJAの店舗2階に移転された。



写真-9 鹿島台役場庁舎正面玄関付近  
(玄関は2Fになっている)



(左写真の左赤枠) (左写真の拡大) (写真-9の右赤枠)  
玄関付近の主柱の破壊状況

鹿島台病院本館では被災後には1階で外来者の対応に当たっていたが、2,3階への立ち入りが禁止されていたので、外周からの目視調査しかできなかった。外周壁には全般的に小亀裂が入っているが、1,3階部には大きな変状は確認できなかった。しかし、2階主柱には写真-10のようなX字型の亀裂が目立っている。

上述の3事例とも全体に柱および壁部に小変状が見られるが、主柱の損傷度の大きな亀裂は2~3階部分で目立つのが共通している。上・下部構造等を解析しなければ何ともいえないが、地震動特性と関連しているものと予想される。

d) 石積塀(石壁)、ブロック塀等の倒壊

鳴瀬町野蒜で産出する「野蒜(のびる)石」(新第三紀軽石質凝灰岩)は軟質で加工しやすいために、この地方では広く石材として利用されている。鳴瀬町、矢本町周辺地区では野蒜石を使った石積塀の倒壊事例が多い。倒壊事例

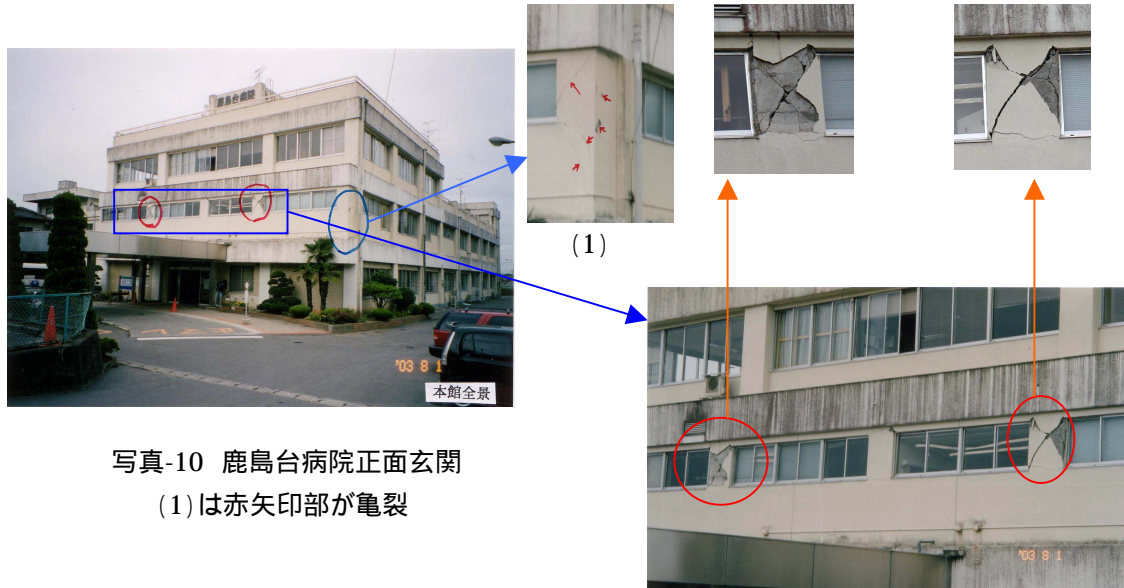


写真-10 鹿島台病院正面玄関  
(1)は赤矢印部が亀裂

(2)2階部主柱に入った割れ目

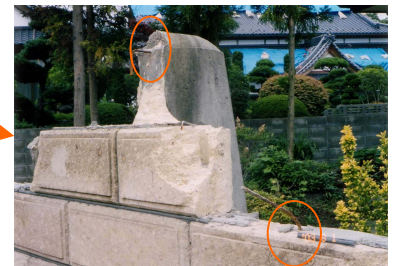
の大部分は単に直方体切石を積み重ねたものである(写真-11)が、中に 10 数 mm 前後の鉄筋で補強した事例もある。鉄筋で補強した例では(写真-12)鉄筋の数量、太さ、石材と鉄筋の付着強度等に問題があったものと思われる。



写真-11 倒壊した野蒜石積塀



写真-12 倒壊した鉄筋補強石積塀



赤丸部分に鉄筋が出ている

屋敷を取り囲んで構築された石積塀の事例では、北東 南西方向の部分だけが倒壊しているのに対し、それと直行方向の塀はほとんど無傷である事例(写真-13)がある点で、石積塀の倒壊には方向性があるように思われる。

軽量ブロック塀は部分的に小規模に破壊されたところはあるが、完全に倒壊した事例はほとんどない。鉄筋、控え壁等で補強されたものはほとんど無傷であった(写真-14)。

矢本町願成寺墓地では墓石のほとんどが倒壊(80%程度が転倒、残りは回転、傾斜していて無傷のものはほとん



写真-13 倒壊の方向性を暗示する石積塀倒壊例



写真-14 補強ブロック塀

どない).ここから9km石巻市側に離れた河南町西園寺では山側の墓石が平地にかかる部分で回転,横ずれ等の変状があるだけで,転倒したものはない.両寺とも場所的に地形・地質条件には大きな差はないことから,両者の差は地震動の強さ関連したものであろう.

南郷中学校尾形校長によれば,同校の通学路では石積塀の倒壊,屋根瓦の落下で相当に危険な状態にあり,地震が学童・生徒の通学時間,通勤時間等から外れた時間帯に生じた点で,塀の倒壊などによる犠牲者が出なかったのは偶然とはいいながら幸運であったという.なお,南郷小・中学校体育館が避難場所に指定されていたが,小学校体育館では天井からの落下物によって危険となり,南郷中学校の体育館のみが避難所として開設された.1978年宮城県沖地震での死者28名のうち,ブロック塀,門柱,石壁(石積塀),墓石の倒壊による圧死者が18名に上り,そのうち,16人は60歳以上と12歳未満のいわゆる災害弱者であった.このことから今回の倒壊事例を見直してブロック塀等の耐震性について再検討あるいは住民啓蒙する必要があるように思われる.

#### e) 小野橋の変状状況

鳴瀬町地内の鳴瀬川に架かる小野橋は1936年に架けられた13径間,鋼単純桁橋で,1978年宮城県沖地震の



写真-15 願成寺墓地の墓石



(1) 全景 (矢印は下流方向)



(2) 左岸橋台



(3) 右岸橋台



(4) 橋脚部支承部の変状



写真-16 小野橋に被害状況

際に被害がでて,落橋防止対策がとられているが,今回地震でも損傷を受け交通止めになった.同橋では,ケーブルで連結された各橋桁が一様に橋軸方向に右岸側から左岸側へ移動し,左岸橋台パラベット部に橋桁が接触し(写真-16(2)),右岸橋台には相対的に空間ができて(3).全ての橋台,橋脚の支承部でアンカーボルトがせん断破壊され,橋桁部が下沓から外れた所では路面高に沓厚に相当する分だけ段差がでて,目開きしている(4).

#### f) その他の問題

##### ア) 復旧に伴うごみ問題

復旧,復興対策が進行するにしたがって,各種ごみ処理が問題になった.発生するごみ(廃棄物)としては,避難所から持ち込まれる生活関連ごみと地震後の後片付けに伴う廃棄物であるが,量的には落下屋根瓦,倒壊した石積・ブ

ロック片,被災家屋の木材,被災住宅等から排出されるアルミサッシ,ガラス破片,家電製品等々がある.



写真-17 廃材仮置き場寸景(南郷町)

河北町では既に閉鎖した一般廃棄物処理場を廃材の臨時処理場に転用したが指定物以外の廃棄物も持ち込まれて分別に苦勞したとのことである.鳴瀬町では鳴瀬中学校脇の広場を廃材の臨時集積場所に指定し,ボランティア係員数名が常駐して持ち込まれる廃棄物を,[金属類],[木質類],[家具類],[壁・瓦・塀],[食器・ガラス]および[生活関連]毎に決められた場所に誘導し,集積していた(7月31日現在,写真-17).また,避難所等からでる分別不備の生活ゴミはボランティアによって分別し直されている.

イ) 地震直後の建物等の安全診断

地震によって損傷を受けた建物,石積ブロック塀等は余震による2次災害防止あるいは避難所から帰宅する場合の安全性評価等に重要である.河南町では災害対策本部の手によって,写真-18のようにいち早く「要注意」(黄紙),「危険」(赤紙)の告示ビラが張り出された.これらの活動には専門家のボランティア参加が有効であろうと思われる.

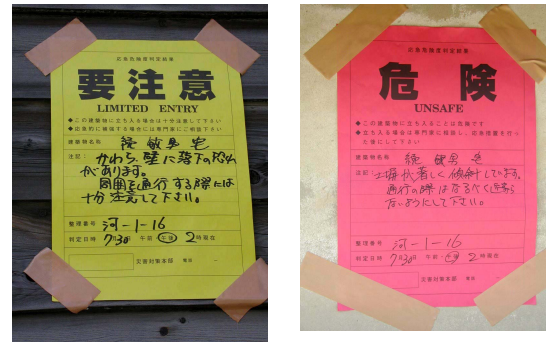


写真-18 建物等の安全性評価張り紙

(2) まとめ

この地震は一日に震度6クラスの地震が3回連続して起き,しかも最大1,600~2,000ガルの加速度を記録した前例のない地震であった.牛網地区の地元住民の証言によると,1回目の地震で倒壊しなかった家屋が2回目の揺れで倒壊したとのことである.このことは被災地でみられる事象は3回(その後も震度5の余震が多発している)の地震の合併症として現れている可能性が強いので,2回目に地震(本震)だけで被災様態を評価できない事情がある.

内陸地震(いわゆる直下型地震)ではその強振動地域は活断層に沿った狭長な地帯にとどまることが多く,この地震でも被災地は旭山撓曲帯に沿った幅約5~6kmの地帯にとどまっている.

3. 十勝沖地震

北海道東部太平洋沿海地帯では1993年「平成5年釧路沖地震」(M7.8,釧路で震度6,死傷者約1000名),1994年「平成6年北海道東方沖地震」(M8.2,負傷者437名,全半壊400余棟,花咲で173cmの津波襲来)が発生し,被害を受けた.

十勝沖ではプレート型の地震が過去繰り返して発生し,地震調査委員会によって今後30年以内にM8.1の(想定)十勝沖地震が発生する確率は60%程度と評価されていた.

2003年9月26日4時50分頃に北海道東部地域の広い範囲で震度6クラスの揺れと太平洋沿岸に津波をもたらした地震(M8.0,震源深さ42km)は1952年3月4日に発生した十勝沖地震(M8.2,震源深さ54km,死者33名)とほぼ同じ場所で発生し,上述の地震調査委員会では評価された「(想定)十勝沖地震」に相当するとみなされている.

この地震について襟裳岬から釧路市にかけて太平洋沿岸地帯の地震・津波被害を調査した.その中で目立った被害について速報的に報告する.

この地震では6時8分ごろのM7.1の余震をはじめM6クラスの余震が9月26日から10月8日の間に5回も発生し、震度6弱～5強が観測された。この地震によって、行方不明2名(津波にさらわれた釣り客)、負傷者800余人、住宅の損傷1700余棟、道路・鉄道、港湾施設に被害が出た。十勝川河口橋(調査当時復旧対策で立ち入りが出来なかった)は橋桁が70cmほど上流側に移動した。また、26日には苫小牧市内の出光興産北海道製油所の原油貯蔵タンクで、また28日には別のナフサ貯蔵タンクから出火、延焼した。このタンク火災に関して、長周期振動の問題が取りざたされている。

### (1) 被害の概要

#### a) 津波および津波被害

津波は室蘭市から根室市にかけて太平洋沿岸地域に襲来した。調査時には気象庁、北海道開発庁で設置され検潮所記録や大学、研究機関等による津波痕跡、遡上痕跡の現地調査結果が公表されていた。それらによると、津波の高さはおおむね鶴川以西地区と浜中町以東地区で0.5～1.0m、鶴川～襟裳岬間と釧路～花咲間で1.0～2.0m、襟裳岬～釧路間で2.0～3.0mとなっており、襟裳岬西側に位置する百人浜で3.8mの最大遡上高を示した。

今回の津波では、行方不明の釣り人2名以外に幸い人的被害は出なかった。大津港、広尾港等では津波で漁船が陸上に打ち上げられた(写真-21)。また、大津港、十勝港などでは岸壁付近に駐車中の乗用車10数台が海中に流失した。また、釧路市旭町等一部の釧路川沿岸地域で床下浸水をみた。



写真-19 襟裳町百人浜付近の津波遡上痕

青色線まで  
遡上



写真-20 広尾漁港の津波浸水痕(青線,高さ約2m)



写真-21 大津港で陸上に打ち上げられた漁船

(クレーンで海に戻す作業中)



#### b) 道路被害の概要

調査時には主要道は復旧工事進行中で調査できる条件になかった。その中で、国道336号線豊頃町地内では道路被害様相がほとんど手付かずのまま残されていた。豊頃町地内では各所で路盤・舗装部の複雑な変状が目立ったが、被害の多くは盛土部で見られ、切土部では軽微な被害に留まっている。代表的な路面の状況を写真-22に示した。多くのところでは写真-22(3)のように、亀裂が発生したり、波状にうねったりする被害が出た。





(1) 豊頃町長節地区



(2) 豊頃町旅来地区



写真-22 一般国道 336 号線の被害例



(3) 豊頃町地内の道路変状

写真-22(1)は盛土斜面(写真の左側)に若干の崩壊あるいは変形があったが、歩道部アスファルト舗装板が路盤(路床)の砂礫との間で、すべり(自由)運動したために生じたのであろうと思われる。このタイプの割れ目は多くのところで見られる。写真(2)は豊頃町地内の畑地に低盛土で建設された道路でみられる破壊状況で、軟質(弱)地盤の破壊に関して生じた亀裂であらうと思われる。このタイプのものも豊頃町長節、旅来地区内の各地で見られる。

浦河町の一部から釧路市や釧路町地内、特に十勝川河口付近から釧路市内にかけた各地で貯水槽等の地下埋設構造物やマンホールの浮き上がりが見られ、交通傷害(写真-23)が生じた。また、道路基盤あるいは道路周辺地盤から大規模な噴砂があったところでは、道路面に沈下、うねり、地割れ等が生じている(写真-28)。



(1) 浦河町向別地内国道 235 号線脇



(2) 釧路町豊美2丁目地内



(3) 釧路町木場地内

写真-23 各地で見られるマンホールの浮き上がり

釧路町豊美1~2丁目住宅街の町道では釧路沖地震でも約400m区間でマンホールが5~20cmほど浮き上がった(文献1)。今回もほとんど同じ範囲で写真-23(2)のように方方でマンホールの浮き上がりが見られ、浮き上がり量は最大19cmを記録した。一部の住宅の庭で小規模の噴砂があった。

釧路町木場地内では釧路沖地震時にマンホール、埋設管路、道路の不同沈下が認められ、マンホールが約1.5mも浮き上がったことで注目された(文献1)。マンホールは地震後移設され、舗装され直したが、数m離れたところにあるマンホールで、写真(3)のように再び約15cmの浮き上がりを見た。ここでは下水管路の延長上にある、複数のマンホールに浮き上がりが見られる。柳沢ら(文献1)はこのマンホール部分の地質構成から、置換砂の液状化を考慮しながらも地盤が液状化した可能性が大きいとした。釧路沖地震時にも舗装面には大きな変状は認められなかったとされているが、今回も同様に舗装面には大きな変状はみられない。

### c) 湾構造物の被害

浦河~釧路間、特に十勝港から釧路港にかけてのほとんどの港湾では大なり小なり液状化被害が生じたが、機能を完全に喪失するほどの被害はでなかった。代表的事例を写真-24に示した。

各所で墳砂丘が見られ(写真-24(1))、エプロン部舗装盤と地盤の境界に大きな空き空間が生じたり((2,4,5))、舗装面に亀裂、沈下などによる起伏やコンクリート舗装盤の食い違い((2,3,4))が生じた。十勝港第2埠頭ではコンクリート舗装盤同士を繋ぐ鉄筋がコンクリートから抜け出したところ((4))が見られる。

大津港, 東浦河漁港, 十勝港等ではコンクリートあるいは矢板岸壁の多くのところで多少の変形が生じ, 前面(海側)に迫り出したところがある( (3), 写真-25) .



(1) 十勝港第3埠頭の噴砂丘



(2) 浦河港スラブの浮き上がり



(3) 十勝港第2埠頭岸壁の変形



(4) 十勝港第2埠頭



抜けた鉄筋



(5) 大津漁港



写真-24 岸壁周りの代表的変状



(1) 十勝港第2埠頭



(2) 十勝港第3埠頭

写真-25 岸壁近くの沈下帯



写真-26 大津港舗装面の変状

傾向的にみて, 液状化が発生したことが推定される場所では, 岸壁部エプロンおよび埠頭構内道路面等にはうねり, 地割れ, 陥没, 沈下などの現象の組み合わせ型の変状が見られる(写真-26) . また, 岸壁に変状がみられるところでは岸壁からエプロン部の5m~10m内側の範囲に, 岸壁に平行な方向に沈下帯あるいは割れ目列が生じていることが多い(写真-25) .

釧路港は文献 2 によると, まず, 東港が主に矢板式構造で明治時代に建設され, 次いで昭和 44 年から西港が主に重力式で建設された . 1993 年釧路沖地震時には東港で岸壁に被害が出たが, 西港では液状化対策等が実施された施設が多かったことから, 岸壁本体の被害はほとんどなく, エプロン部に被害は限られた . 東港, 西港では今回地震でも液状化によって変状を来したところがあるが, 全体的には施設機能を完全に喪失するほどの大きな被害がなかったようである . しかし, 部分的には目立った事象がみられた . 例えば, 釧路東港の釧路漁港第 7 魚揚場建物の周辺では大量の砂が噴出して(写真-27 右写真), 建物の写真-27 左写真の右側が若干沈下して, 全体が左側から右側にわずかに傾斜が生じた . この建物は 1993 年釧路沖地震時にも同じような規模で液状化が生じた .



釧路東港・釧路漁業埠頭第7魚揚場の建物の不同沈下と噴砂痕  
写真-27 港湾施設の被害状況

釧路西港第4埠頭は現在も建設が進められ、部分供用されているが、アクセス道路周辺地帯では埋め立て土が大規模に液状化して、(山)脈状に噴砂孔と堆積丘とが連続して分布していて、道路はほとんどガタガタの状態に近い様相を呈している。コンテナヤードなどとして供用されている部分は{写真の関係で、写真(2)の左側、(1,4)の右側に敷地がある}コンクリート舗装され、目立った被害は見られなかった。



(1) アクセス道路 (2) 路面に生じた噴砂孔 (3) 歩道に生じた噴砂による陥没



(4) 道路脇の噴砂孔列 (3) 写真(1)の左脇の噴砂脈

写真-28 釧路西港アクセス道路の噴砂丘群と道路被害

噴砂丘から採取したサンプルの粒度試験結果を図-3に示す。これによると場所によって、粒度構成が異なるが、従来液状化しやすい粒度分布とされる範囲内にあり、均等係数が小さく、粒径のそろった砂質地盤が液状化したことが判る。

(2) まとめ

今回の地震ではマンホールの浮き上がり、噴砂現象に伴う地盤・舗装盤の割れ目、地盤沈下、波状うねり、など液状化に関連する被害が広い範囲で生じている。このような事象はほとんど同じ所で過去の地震でも確認されており、再発現したことを示す(前章で述べた宮城県矢本町牛網地内でも液状化が再現した)。

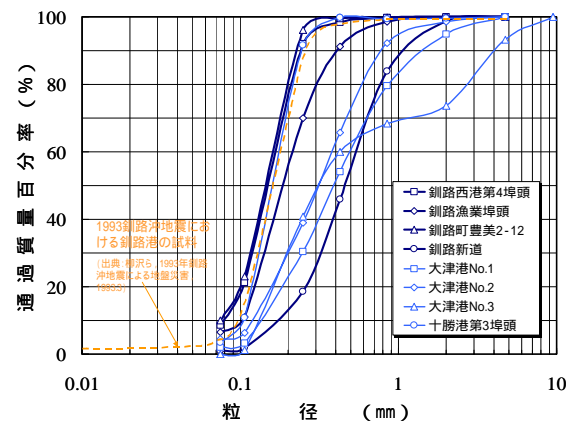


図-3 噴砂の粒径加積曲線

釧路港の各埠頭は建設(造成)年次が異なるが、現在建設中の釧路西港の液状化が顕著なことなどから建設年代が新しいところよりも古いところで比較的被害が小規模である傾向が認められる。この傾向は、液状化対策の効果等が反映されているであろうが、自然圧密効果も作用しているものと考えられる。

豊頃町内の 336 号線では大部分の所では片切り、片盛りあるいは盛土部分で被害を受けたが、旅来地内の低盛土部以外では道路基盤が大きく破壊された様子は認められなかった。

#### 謝辞

ここで報告した宮城県北部地震に関する調査は(株)ダイヤコンサルタント地震防災チーム城野忠幸氏、江浦哲也氏と共同で、また、十勝沖地震に関する調査は(株)ダイヤコンサルタント地震防災チーム城野忠幸氏、鈴木一成氏、大友淳一氏と共同で実施したものである。さらに調査結果をまとめる上で城野忠幸氏に多大のご協力をいただいた。上の諸氏には心から感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 柳沢栄司・菅野高弘・村山良之:1993年釧路沖地震による地盤災害,文部省科学研究費突発災害調査研究成果;1993年釧路沖地震による被害の調査研究,pp.75-85,1993
- 2) 佐伯浩・山下俊彦:1993年釧路沖地震による港湾の被害,文部省科学研究費突発災害調査研究成果;1993年釧路沖地震による調査研究,pp.93-96,1993
- 3) 城野忠幸・武藤章・鈴木一成:平成15年十勝沖地震の液状化に関する現地調査結果について,開発技術研究会平成15年度研究発表会講演要旨集,pp.27-28,2003