

## 2003 年十勝沖地震調査報告 - 下水道の被害 -

(株)愛媛建設コンサルタント 神野 邦彦

(株)愛媛建設コンサルタント 岩本 圭吾

## 1. はじめに

2003 年 9 月 26 日に発生した十勝沖地震では、道路、河川堤防、道路橋梁、鉄道施設、港湾施設、石油貯蔵タンク、ライフライン（水道、ガス、下水道）等の土木構造物や、空港、庁舎、病院、学校といった建築物、住家に多くの被害が発生した。

愛媛地震防災技術研究会では、マスメディアによる地震被害の報道を踏まえて、実際に現地で目の当たりにした地震情報を把握する必要性を強く認識した。そこで、被害状況を現地で調査することによって、今後発生が予想される南海地震に備え、地域の地震対策や防災対策の向上に役立てること等を目的として、2003 年十勝沖地震被害調査団を組織した。表 - 1 に調査団団員の構成を示す。筆者ら第 1 班は、地震発生の日後の 9 月 28 日から 5 日間、現地調査を行った。

本報告は、主に地盤の液状化による下水道の被害状況について現地調査を行った結果を速報としてとりまとめたものである。なお、調査団による調査結果の一部は、2003 年 11 月 29 日(土)に愛媛大学総合情報メディアセンターにて開催された「2003 年十勝沖地震被害調査報告会」において報告している<sup>1)</sup>。

表 - 1 2003 年十勝沖地震被害調査団 団員の構成

	氏 名	所 属
第 1 班	森 伸一郎	愛媛大学工学部
	神野 邦彦	(株)愛媛建設コンサルタント
	岡崎 健	愛媛大学大学院
第 1 班	松下 怜	愛媛大学工学部（他機関との共同調査）
第 2 班	須賀 幸一	(株)芙蓉調査設計事務所
	高柳 朝一	応用地質(株)四国支社

## 2. 下水道施設の被害概要

国土交通省の災害情報：平成 15 年(2003 年)十勝沖地震について(第 18 報：最終報)に基づいて、主な下水道施設の被害状況を表 - 2 に示す<sup>2)</sup>。

釧路市等 14 市町で下水道管路等が被災した。音別町一部地区では下水道が使用不可となった。10 月 10 日 16 時現在、管路の被災箇所については、音別町も含め仮設ポンプ等により応急措置を実施済みである<sup>3)</sup>。音別町浄化センターほかでは、施設の周辺地盤の陥没、排水樹の浮上、管路の破損等の被害を受けた。釧路市、釧路町、音別町、豊頃町等では、マンホールの浮き上がり、下水道管路埋設部の路面の陥没、管路の蛇行等の被害が生じている。

## 3. 過去の地震による下水道施設の被害

過去に地震被害を受けた箇所が今回の地震においても、同様な被害を生じたのかどうかを把握する目的で、1993 年釧路沖地震および 1994 年北海道東方沖地震における下水道施設の被害をとりまとめ

表 - 2 主な下水道施設の被害状況

都道府県名	管理者名	施設名	被害状況等
北海道	浦河町	浦河浄化センター	処理場 沈砂池から水処理へ送る污水管の破損 → 処置済み 管渠 マンホール周辺の舗装浮き上がり(5~15cm)(100ヶ所程度)、 管渠の断裂(2箇所 L=81m)→仮設ポンプにより排水中
北海道	豊頃町	大津下水処理場	処理場 処理場内道路舗装と施設周りの陥没、茂岩中継ポンプ場内の 道路舗装と施設周りの陥没及び場内の雨水用管渠破損と雨水樹 沈下 管渠 マンホール周辺に液状化あり(43箇所、最大90cm)、管渠破 損L=7.8km →仮設ポンプにより排水中(13箇所)
北海道	池田町		管渠 管渠破損・蛇行(L=187m) →仮設ポンプにより排水中
北海道	釧路市		管渠 マンホール周辺に液状化あり(数10カ所)、管渠が断裂(2カ 所)→1カ所は仮排水管設置完了、もう1カ所は10/4迄に仮排水路管 終了予定(仮排水対応中)、管渠が蛇行・屈折(污水管L=約1500m、 雨水管L=約130m)
北海道	釧路町		管渠 ポンプ場流入管渠とマンホール周辺に液状化あり30cmか ら1m(数10カ所)。管渠が蛇行(1カ所)→仮設ポンプにより排水中
北海道	阿寒町		管渠 管渠が埋設している道路が70~80cmの陥没(L=1.0k m)。マンホール周辺に液状化(4カ所)→仮設ポンプにより排水中
北海道	音別町	音別町浄化センター	処理場 水処理棟と管廊の間のエキスパンジョイントにずれ (5cm)が生じている。最終沈殿地のポンプ室に土砂流入。施設周り が液状化により沈下、ルーフトレインの外部の一部と接続する排水樹の 浮上あり。放流渠の破損・蛇行あり。(L=400m) 管渠 マンホール周辺に液状化(25箇所)、管渠断裂・蛇行(約 2.9km)→一部の地域で下水道使用不可。住民一時避難及び仮設ト イレによる対応。

る。各地震の被害状況は、1993年釧路沖地震震害調査報告<sup>4)</sup>、1994年北海道東方沖地震災害調査報告書<sup>5)</sup>によった。

### 3.1 1993年釧路沖地震による被害状況<sup>4)</sup>

下水道施設の被害総括を表-3に示す。また、下水道施設の特徴的な被害の概要を以下に示す。

表 - 3 下水道施設の被害総括

市町村	管渠の被災延長	ポンプ場の被災箇所数	処理場の被災箇所数
釧路市	7,571m (908,600m)	5	4
釧路町	11,280m (64,300m)	-	-
標茶町	2,037m (34,100m)	-	-
標津町	1,309m (24,600m)	-	-
別海町	217m (46,500m)	-	1
本別町	0m (21,700m)	-	1

( )内の数字は当時の管渠総延長を示す。

- 1) 下水道施設の被害は、釧路市、釧路町、標茶町、標津町、別海町など8市町において発生した。被害の大半は管渠・マンホールに生じたが、ポンプ場・処理場の一部にも被害が発生した。
- 2) 下水処理場での被害は軽微であったが、管渠においては釧路町で被災率が2割近い数字になったほか、釧路市でも被災管渠延長は7.5km(被災率は1%未満)に及んだ。
- 3) 最も被災率の高かった釧路町では、下水道整備事業が湿原を住宅地として開発した軟弱地盤の

ため、最も被害が生じたと考えられる。また、この釧路町では地盤の液状化によりマンホールの浮上が発生しており、幹線管渠の液状化対策が今後の課題として浮かびあがった。

- 4) 釧路町の桂木地区および木場地区では、十数個のマンホールが最大 1.5m 浮上するなどの被害が見られた。また、埋め戻し土が液状化したことから、マンホールに連結する下水管も相当量浮上した。
- 5) 地震が 1 月 15 日という被災地にとっては非常に寒い時期に発生し、地盤の凍結が 1m 近くあったため、被害が軽減されたと考えられる。

### 3.2 1994 年北海道東方沖地震による被害状況<sup>5)</sup>

下水道施設の被害総括を表 - 4 に示す。また、下水道施設の特徴的な被害の概要を以下に示す。

表 - 4 下水道施設の被害総括

市町村	管渠の被災延長	マンホールの被災箇所数
釧路市	6,400m(947,500m)	446
釧路町	856m(81,900m)	223
中標津町	5,270m(98,420m)	48
標津町	10,500m(18,700m)	14

( ) 内の数字は当時の管渠総延長を示す。

- 1) 被害は道東の釧路市、釧路町、標茶町、阿寒町、中標津町、標津町などで発生し、中でも標津町と中標津町の被害が最も甚大であった。1993 年釧路沖地震の際に甚大な被害を受けた釧路市や釧路町では比較的被害が軽微であった。
- 2) 下水管渠の被害に加え、マンホールの浮上も発生した。
- 3) 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においても発生した。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よるものと考えられる。
- 4) 釧路市における被災地域は、美原地区などの低地部と緑ヶ丘や武佐などの台地部であり、1993 年釧路沖地震でも被害を受けた地域と大部分一致している。管渠の被災状況としては破損やクラックが多く、浮き上がりや蛇行は大したことがなかった。
- 5) 釧路沖地震で被害の激しかった釧路町の木場・桂木地区では 10cm 前後のマンホールの突出が確認されたが、これは周辺の地盤が沈下したために浮き上がったように見えたものであり、マンホールの浮上はなかった。こうした地盤の沈下は埋戻し部や歩道で確認された。
- 6) 標津町では主に泥炭地において管渠が最大 1.5m 浮き上がり、マンホールは最大 46cm 浮上した。また、管渠埋設箇所直上の地盤は沈下を生じた。
- 7) 標津町では 1993 年釧路沖地震の際にも被害が発生したこともあって、復旧にあたり埋戻し土の液状化対策が施された。その方法としては掘削底から管頂 10cm までは 5~30mm の砕石で埋め戻し、その上は 0~80mm の砕石混入切り込み砂利で埋め戻された。
- 8) 中標津町の被災箇所は市街地の北、南部の台地きわ(泥炭地)に主に発生しており、管渠で 6cm~90cm の浮き上がり、マンホールで最大 70cm の浮上を生じた。
- 9) 全般的に釧路沖地震と同じ地区で被害が見られたが、被災箇所は異なっていた。

4．今回の現地調査による下水道施設の主な被害状況

今回の現地調査結果から，主な下水道施設の調査箇所と被害状況を表 - 5 に示す．調査箇所は，全てあらかじめ被害の発生を確認していたわけではなく，一緒に行動した森先生の過去の地震を踏まえた鋭い嗅覚に頼ったところが大いにある．限られた時間内での被害調査であり，全ての被害箇所を調査したわけではないことを始めにお断りしておく．

表 - 5 主な下水道施設の調査箇所と被害状況

市町名	調査箇所	主な被害状況
釧路町	木場地区	マンホールの浮き上がり
	新東陽団地	マンホールの浮き上がり
音別町	音別町浄化センター	水処理棟と管廊の間の E.P.J. にズレ，施設周りの地盤が液状化により沈下，排水柵の浮き上がり，マンホールの浮き上がり，マンホール周辺地盤の陥没
	川東地区	マンホールの浮き上がり，下水道管路埋設部の路面の陥没・沈下
浜中町	浜中地区	マンホールの浮き上がり，マンホール周辺地盤の陥没
標津町	標津小学校前	下水道管路埋設部の路面の沈下
池田町	利別本町	下水道管路埋設部の路面の沈下
豊頃町	豊頃農協前	下水道管路埋設部の路面の沈下
	茂岩地区	マンホールの浮き上がり，下水道管路埋設部の路面の沈下
浦河町	堺町	下水道管路埋設部の路面の沈下

4.1 釧路町桂木地区，木場地区における被害状況

3章で述べたように釧路町桂木地区，木場地区は，1993年釧路沖地震において相当数の下水道マンホールの浮き上がりが確認された地区である．今回，桂木地区ではボスフル（旧ニチイ）の建物の周辺地盤が少し沈下し，敷きタイルが一部めくれ上がっているが，釧路沖地震で約 1.5m の浮き上がりが見られたボスフル前においてマンホールの浮き上がりは見られなかった（写真 - 1，写真 - 2）．一方，木場地区では今回の地震においても，一部マンホールの浮き上がりが見られたものの，その浮き上がり量は 15cm 程度であった（写真 - 3，写真 - 4）．釧路沖地震，北海道東方沖地震での復旧方法を検証する上で，貴重な題材である．





写真 - 1 ポスフル(旧ニチイ)の建物周辺の被害状況



写真 - 2 1993年釧路沖地震で約1.5mの浮き上がりが見られたポスフル前



写真 - 3 木場地区でのマンホールの浮き上がり  
看板付近にマンホールの浮き上がりは見られない(印参照).



写真 - 4 同じ地点での1993年釧路沖地震におけるマンホールの浮き上がり  
(写真提供:愛媛大学工学部 森助教授)

#### 4.2 釧路町新東陽団地における被害状況

釧路町別保原野に位置する新東陽団地では、相当数の下水道マンホールの浮き上がりが見られた。この新東陽団地は最近分譲されたようで、建物の周辺は更地のところが多く、建物自体も真新しい。当地は釧路川の東に位置し、地名から察すると、もともとは湿原であったところを造成したようである。被害状況は次の通りである。



下水道マンホールの浮き上がりが見られ，その浮き上がりによってアスファルト舗装がめくれ上がっている(写真 - 5)。アスファルト舗装には亀裂が走っており，また，電柱が傾いている(写真 - 6)。周辺建物は沈下しているようには見えなかったが，周辺地盤は明らかに陥没していた。住宅の窓ガラスが割れていた(写真 - 5)。

造成中である路面の未舗装部でも，相当数の下水道マンホールの浮き上がりが見られた。その浮き上がり量は約 1.3m であった。突出したマンホールの周辺から噴砂(黄褐色細砂)が見られた(写真 - 7)。道路を挟んで，向かい側のマンホールも浮き上がりが生じていた。電柱は傾動しているが，マンホール間の未舗装部の道路面には変状は見られない(写真 - 8)。路面の下には管路が走っていると考えられるので，管路の変状の有無をTVカメラ調査等によって確認する必要がある。



写真 - 5 マンホールの浮き上がり

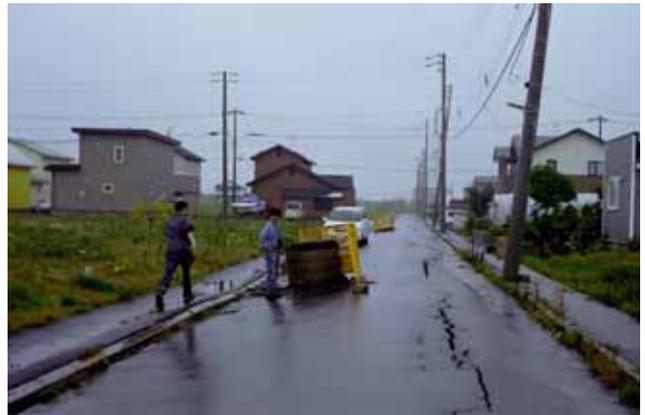


写真 - 6 同左(全景)



写真 - 7 未舗装部のマンホールの浮き上がり



写真 - 8 同左

#### 4.3 音別町における被害状況

音別川の左岸に位置する音別町浄化センターでは，水処理棟と管理用通路との間のエキスパンドジョイント(E.P.J.)にズレが生じ，その被災箇所はブルーシートで覆われていた(写真 - 9)。施設周辺の地盤は液状化により 20～50cm 沈下し，一面噴砂が見られた(写真 - 10)。また，排水柵が浮き上がり，噴砂の中に埋没していた。浄化センター敷地内のマンホールが地面から約 50cm 浮き上がり，その周辺地盤は 20cm 程度陥没していた(写真 - 11)。マンホールには，平成 13 年 2 月竣工と記されていた。浄化センターにつながる下水管路に沿って，同じようにマンホールが浮き上がっている(写真 - 12)。施設の周辺は，写真 - 12 からわかるように湿地帯であり，一面，地表に水を張ったような

状態であった。

次に，音別町川東地区においても下水道マンホールの浮き上がりが見られた．その浮き上がり量は 1.6m 程度であった（写真 - 13）．マンホールの周辺には噴砂は見られなかった．下水道管路は，歩道に沿って埋設されており，管路布設のため埋め戻された部分が陥没していた（写真 - 14，写真 - 15）．その沈下量はおおよそ 50cm であった．一方，周辺の住宅に大きな被害は見られなかったが，管路埋



写真 - 9 水処理棟と管理用通路との間の E.P.J にズレ



写真 - 10 施設周りの地盤が液状化により沈下し，一面噴砂が見られる



写真 - 11 マンホールの浮き上がりと周辺地盤の陥没



写真 - 12 マンホールの浮き上がり  
周辺は湿地帯である

設部と同様に住宅周辺の地盤も若干沈下していた（写真 - 16）. その量は 10cm 程度であり，管路埋設部の沈下量がかなり大きな値を示していることがわかる．どのような材料特性を持った埋め戻し材が用いられたのか興味深いところである．



写真 - 13 マンホールの浮き上がり 約 1.6m



写真 - 14 管路埋設部の沈下，陥没



写真 - 15 管路埋設部の沈下，陥没



写真 - 16 周辺住宅の被害状況

#### 4.4 豊頃町における被害状況

豊頃町中央若葉町に位置する豊頃町農業協同組合の建物に面した道路では，下水道管路埋設部が沈下し，道路中央部でアスファルト舗装に目開きが生じていた（写真 - 17）. また，マンホールの側塊



がズレて，マンホール内に土砂が流入していた（写真 - 18）．組合駐車場には仮設トイレが置かれていた．

豊頃町農業協同組合周辺の道路でも，アスファルト舗装された路面が下水道管路埋設部に沿って陥没していた．下水道として流下機能は失われており，応急措置として，仮設ポンプにより排水されていた（写真 - 19，写真 - 20）．周辺住宅や電柱に変状は見られなかった．



写真 - 17 下水道管路埋設部における路面の沈下



写真 - 18 マンホール側塊のズレ



写真 - 19 下水道管路埋設部における路面の沈下



写真 - 20 同左 仮設ポンプにより排水中

#### 4.5 浜中町における被害状況

浜中町でも，マンホールの浮き上がりとその周辺地盤の陥没が確認された．応急措置として地盤の陥没部に土嚢が敷かれていた．



写真 - 21 マンホールの浮き上がりと路面の陥没



写真 - 22 陥没部に土嚢が敷かれていた

## 5. まとめ

筆者らが調査した下水道施設の被害状況は表 - 5 に示した通りである。今回の現地調査をふり返って、2003 年十勝沖地震における下水道施設の被害調査結果及びその考察を総括すると、次の通りとなる。

- 1) 下水道マンホールの浮き上がりが各所で見られた。この現象は、1993 年釧路沖地震ほかでも確認されている。当然、マンホールと管路との接合部も損傷していると考えられる。
- 2) マンホールの埋設深さや地下水位を含めた地盤データ、施工法、埋め戻し土の材料特性などを正確に把握する必要があるが、液状化時の過剰間隙水圧がマンホール底面に作用し、マンホールが浮き上がったものと推察される。常時、浮力がどの程度作用していたのか、また、地震時の過剰間隙水圧がどの程度発生したのか興味深い。
- 3) 1993 年釧路沖地震でマンホールの浮き上がりが見られた釧路町桂木地区では、地表で確認する限り、今回の地震でマンホールの浮き上がりは見られなかった。また、標茶町でもマンホールの浮き上がりや路面の沈下等の被害は確認されなかった。当時の復旧方法を検証する上で、貴重な題材である。
- 4) 下水道管路を埋設した道路の路面に、沈下や陥没が各地で見られた。管路埋設部のみが線路上に変状していることや周辺の建物に大きな変状が見られないことから、埋め戻し材の液状化が原因と考えられる。管路自体に浮き上がりや沈下が生じている可能性高く、管路の流下機能が損なわれていないか、TVカメラ調査等により確認する必要がある。
- 5) 開削工法の場合、埋め戻し材の選定や埋め戻し土の締め固めなどの施工方法が重要であることが再認識された。
- 6) 当該地域の地震の発生頻度と経済性を考慮すると、管路等の液状化対策法として、「下水道施設の耐震対策指針と解説」(1997 年版)に述べられているように、液状化の恐れのない埋め戻し材(改良土または碎石等)で埋め戻しを行うことも検討する必要があるのではないかと思う。
- 7) このように下水道施設の被害は、地盤の液状化の発生と大きく関係しており、液状化の検討に当たっては、地域特性を考慮した地震動の大きさを決定することが、特に重要である。

## 参考文献

- 1) 愛媛地震防災技術研究会，土木学会四国支部愛媛地区：2003 年十勝沖地震被害調査報告会資料，2003 年 11 月 29 日
- 2) 災害情報 / 国土交通省：平成 15 年(2003 年)十勝沖地震について(第 18 報：最終報)，平成 15 年 10 月 3 日 17:00 作成
- 3) 防災情報 / 内閣府：平成 15 年(2003 年)十勝沖地震について(第 33 報)，平成 16 年 4 月 1 日 17:00 現在
- 4) 土木学会：1993 年釧路沖地震震害調査報告，1994 年 12 月
- 5) 地盤工学会ほか：1994 年北海道東方沖地震災害調査報告書，1998 年 3 月