

平成19 年（2007 年）新潟県中越沖地震による農業集落排水施設の被害

メタデータ	<p>言語: Japanese</p> <p>出版者:</p> <p>独立行政法人農業食品産業技術総合研究機構農村工学研究所</p> <p>公開日: 2025-06-13</p> <p>キーワード (Ja):</p> <p>キーワード (En):</p> <p>作成者: 有吉, 充, 毛利, 栄征</p> <p>メールアドレス:</p> <p>所属:</p>
URL	<p>https://doi.org/10.24514/0002001325</p>

平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震による 農業集落排水施設の被害

有吉 充*・毛利栄征*

目 次	
緒 言.....	103
新潟県中越地震による農業集落排水施設の被害.....	103
地震の概要.....	103
農業集落排水施設の被害.....	104
結 言.....	108
参考文献.....	109
Summary.....	110

緒 言

2007 年 7 月 16 日 10 時 13 分、新潟県中越沖を震源としたマグニチュード 6.8 の地震が発生した。この地震により、新潟県柏崎市、刈羽村、長岡市と長野県飯綱町では震度 6 強、出雲崎町、小千谷市、上越市では震度 6 弱が観測された。この地震による人的被害は死者 14 名、重軽傷者 2,315 名であり、住家被害は全壊 1,259 棟、大規模半壊 850 棟、半壊 4,635 棟、一部損壊 34,102 棟となっており（平成 19 年 11 月 27 日時点）、特に柏崎市で多くの被害が発生している（新潟県，2007）。また、農地・農業用施設関係では、ため池、水路、農地、農業集落排水処理施設、農道などが被災している。本稿では、地震から 8 日後の 7 月 24 日に柏崎市で行った、農業集落排水施設の被災調査について報告する。

なお、本調査にあたっては、農林水産省農村振興局整備部防災課の根本正幸氏、新潟県柏崎地域振興局や柏崎市ガス水道局の関係各位より、多大なご協力を賜りました。また、加速度記録は独立行政法人防災科学技術研究所のデータを使用させて頂きました。ここに記して謝意を表します。

新潟県中越地震による農業集落排水施設の被害

農業集落排水施設は過去にも大きな地震により被災している。特に、新潟県中越地震（平成 16 年）では甚大な被害が発生しており、管路施設での主な被災状況とし

て、マンホールの浮上、マンホール周辺地盤の陥没、マンホール内の汚水滞留、マンホールと管路の接続部のズレや破損、管路の蛇行・不陸・破損、管路埋戻し部の地盤沈下とそれに伴う路面の陥没などが挙げられる。（毛利ら，2006；毛利，2005；奥山・馬場，2006）。特に、マンホールの浮上や路面の陥没は、下水の流下機能不全だけでなく道路交通障害を引き起こし、救助活動や災害復旧活動に支障をきたすため、早急に応急処置を行う必要がある。これらの被害は主に、周辺地盤あるいは基礎材料（管側部の埋戻し材料）の液状化や地盤流動に伴う管路の移動などによって生じたと考えられている。また、被害の特徴として、塩化ビニル管が多く使われている自然流下式管路施設の被害が多く、ポリエチレン管を使用している真空式管路施設や圧力式管路施設では被害が少なかったことが報告されている（社団法人地域資源循環技術センター，2007）。

復旧にあたっては、液状化防止のため、管路の埋戻し部分の対策として、砕石を用いること、改良土を用いること、砂の密度を高めることが提案されている（毛利ら，2006）。最も管路被害の多かった長岡市は、掘削土に高炉セメント（B 種）を 20kgf/m³ の割合で添加した改良土を埋戻し材として使用し、復旧している（大野・西川，2005）。また、今回被災調査を行った柏崎市では、Fig.1 に示すように掘削土にセメント系固化材を約 30kgf/m³ 混合した改良土を、基礎から路床までの埋戻しに使用し、復旧が行われている。

地震の概要

平成 19 年 7 月 16 日 10 時 13 分、新潟県上中越沖の北緯 37 度 33.4 分、東経 138 度 36.5 分、深さ 17km を震源とし、マグニチュード 6.8 の地震が発生した。この地震に

* 施設資源部土質研究室

平成 19 年 12 月 28 日受理

キーワード：新潟県中越沖地震，農業集落排水施設，液状化，パイプライン，マンホール

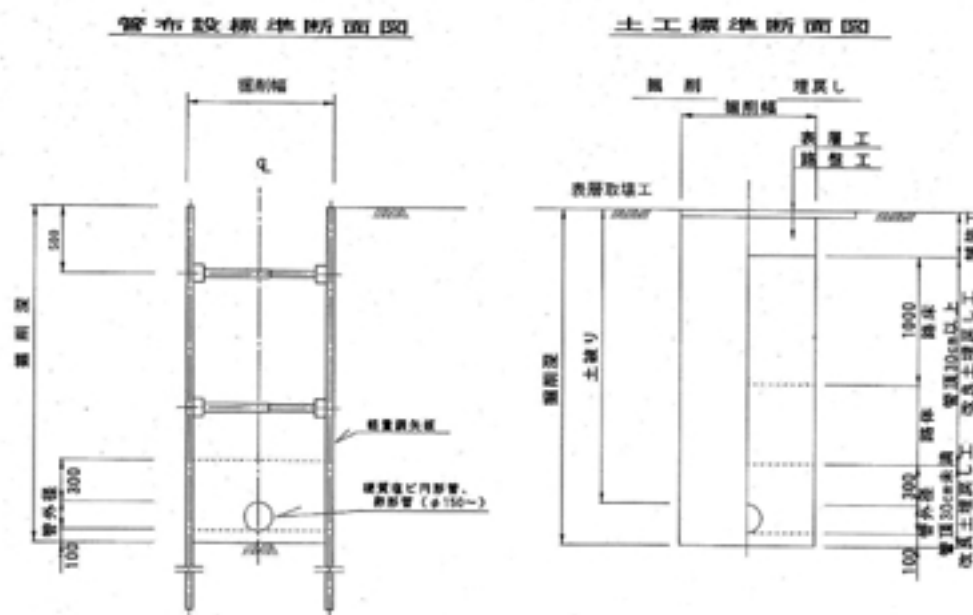


Fig.1 管敷設標準断面図と土工標準断面図
Construction cross section

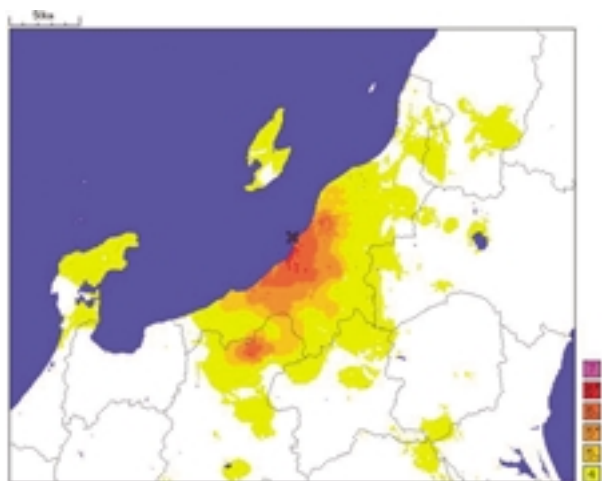


Fig.2 推計震度分布図 (気象庁)

Distribution of estimated seismic intensity of the main shock (JMA)

より、新潟県長岡市、柏崎市、刈羽村と長野県飯綱町で震度6強、新潟県上越市、小千谷市、出雲崎町で震度6弱を観測したほか、北陸地方を中心に広い地域で震度5強～1を観測した (Fig.2) (気象庁, 2007)。また、気象庁の報告では、最大加速度は柏崎市西山町池浦で1018.9gal (合成) を記録しており、本震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

K-net の加速度記録より、今回の地震で観測された柏崎、小千谷、寺泊の加速度応答スペクトル (南北方向、減衰係数5%) を Fig.3 に示す。柏崎での加速度応答スペクトルは小千谷や寺泊と異なり、卓越周期が柏崎で約2.3秒、小千谷で約0.4秒、寺泊で約0.2秒となっている。このように1～3秒での周期帯の加速度応答成分が多く含まれていることが、柏崎市で家屋などの構造物被害や

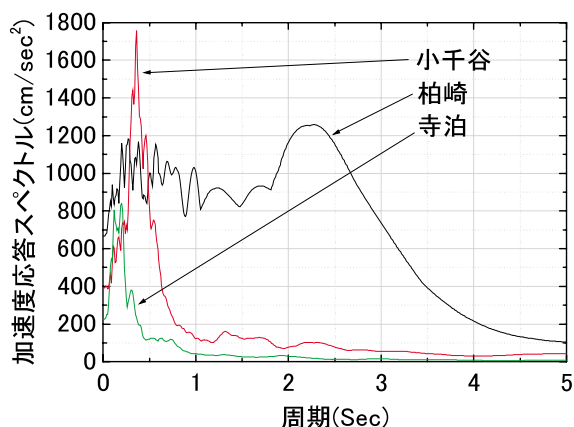


Fig.3 柏崎 (K-net), 小千谷 (K-net), 寺泊 (K-net) の加速度応答スペクトル

Acceleration response spectra from Kashiwazaki (K-net), Ojiya (K-net) and Teradomari (K-net)

地盤災害が多かった要因だと思われる。また、柏崎の加速度波形を Fig.4 に示す。約19秒あたりから長周期が卓越していることがわかる。

農業集落排水施設の被害

農業集落排水施設は、柏崎市、刈羽村、出雲崎町、上越市、長岡市、小千谷市、川口町の4市2町1村にて計133カ所で被災した (新潟県, 2007)。このうち被害の少なかった川口町では震度5弱、他の地域では震度5強以上が観測されている。被害の多くは管路施設で生じており、被災状況は管路の破損、マンホールの浮上、マンホール内での滞留、管路埋戻し部分の沈下等である。

被災調査を行った柏崎市では、中心の市街地部は公共

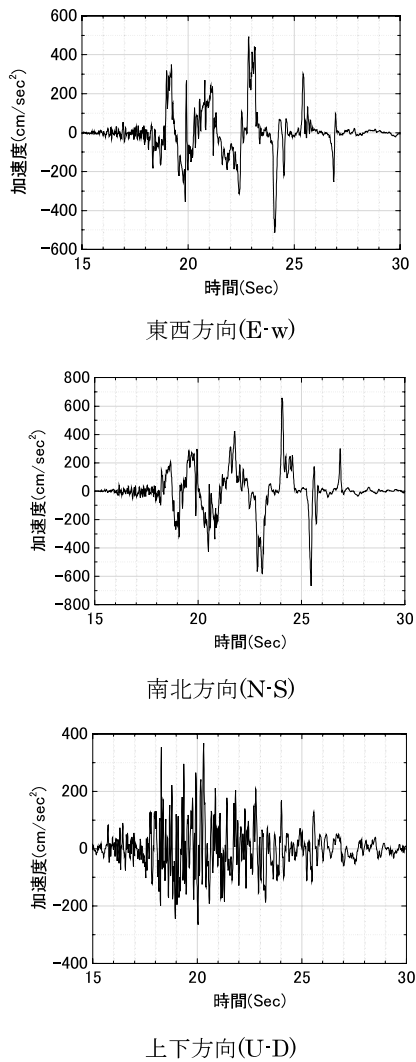


Fig.4 柏崎 (K-net) の加速度波形
Acceleration waves of Kashiwazaki(K-net)

下水道が整備されているが、周辺の農村部では農業集落排水地区が多い。今回の調査は地震発生後の8日後に行っており、マンホールの浮上と管路埋戻し部分の路面沈下は至る所で観察できたが、多くの道路では、交通障害となる地上に突出したマンホールは切断され、路面での沈下は碎石によって復旧されるなどの緊急措置がとられていた。しかしながら、ガスや水道と同様、完全復旧には至っておらず、調査期間中は多くの区間で農業集落排水施設は使用できず、バキュームカーでの汚水の吸引や搬送などが行われていた。

農業集落排水施設の被害のうち、マンホールの浮上、管路上部の路面沈下などは地表面から目視で確認することができるが、地中で生じている管路被災の確認については、テレビカメラを使った二次調査で行われる。今回の調査は、柏崎市ガス水道局で聞き取りを行った後、地表面から目視で行ったものである。被災調査は聞き取り調査にて被害の大きかった地区を中心に行った。調査を実施した西山地区、二田地区、北鯖石地区、中川地区の位置を Fig.5 に示す。調査結果を以下に報告する。

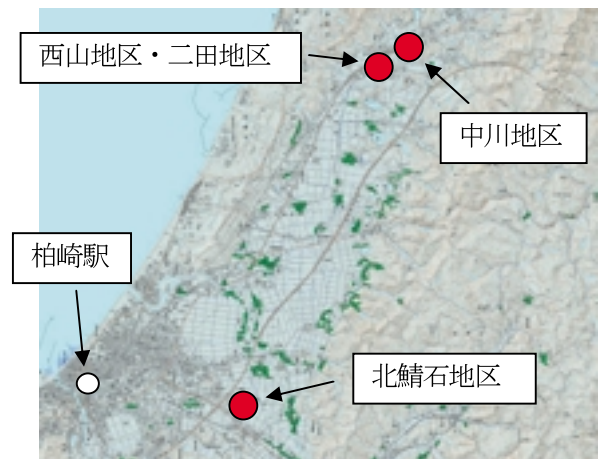


Fig.5 調査地点
Locations investigated

1 西山地区・二田地区

Fig.6 に示されるような路面沈下やマンホールの浮上が多く、箇所で観察された。ほとんどの路面沈下は、管路の埋戻し部分に沿って発生しており、沈下した箇所は Fig.7 に見られるように、碎石によって緊急的に復旧されていた。これらの被害は、砂で埋戻しを行っている区



Fig.6 管路の埋戻し部分の路面沈下
Settlement of road surface



Fig.7 沈下した路面部分に敷均された碎石
Crushed stone used as fill after settlement of road



Fig.8 改良土で埋戻された区間の地表面
Undamaged road surface where improved soil was used



Fig.9 手前は通常の砂で埋戻されている区間、奥は改良土で埋戻されている区間。改良土区間では地表面の変位はほとんど見られない。

An area backfilled by sand (front) and one backfilled by improved soil (back). No big cracks or other damage occurred where improved soil was used.

間で多く生じていたが、Fig.8 及び Fig.9 に示すように、3年前の新潟県中越地震で被災し、改良土で埋戻しを行っている区間ではあまり確認できなかった。

污水处理施設と処理場内の管路施設は通常通り機能していた (Fig.10 の門の奥から国道を横断し、污水处理場に繋がっている。門の奥から管路は被災していない)。しかし、污水处理場に繋がる管路が被災し、汚水が流下せずマンホール内に滞留していたため、バキュームカーにより汚水の吸引・搬送を行っていた (Fig.11)。このように近接している箇所で管路施設の被害状況が異なったのは、施工方法の違いにより基礎材料や基礎材料の締固め度などが異なっているためと考えられる。

Fig.12 は埋設深 1m のところにある修復中の水道管 (ダクタイル管) であり、地表面下 1m 付近において地下水が確認された。農業集落排水施設の管路はこれより数 m 下に埋設されている。



Fig.10 沈下した路面部分に敷均された碎石
Crushed stone used as fill after settlement of road surface.



Fig.11 バキュームカーによる汚水の吸引
Sewage being vacuumed into a honey wagon



Fig.12 修復中の水道管
Water pipe under restoration

2 北鯖石地区

北鯖石地区の北鯖石第一における管路施設の被災状況を Fig.13 に示す。Fig.14-17 に見られるように、多くの箇所でマンホールの浮上やマンホール周辺の沈下、管路上部の路面沈下が発生していた。全体的には、3年前の新潟県中越地震で被災し改良土で埋戻しを行っている区間の方が、砂で埋戻しを行っている区間より被害は小さ

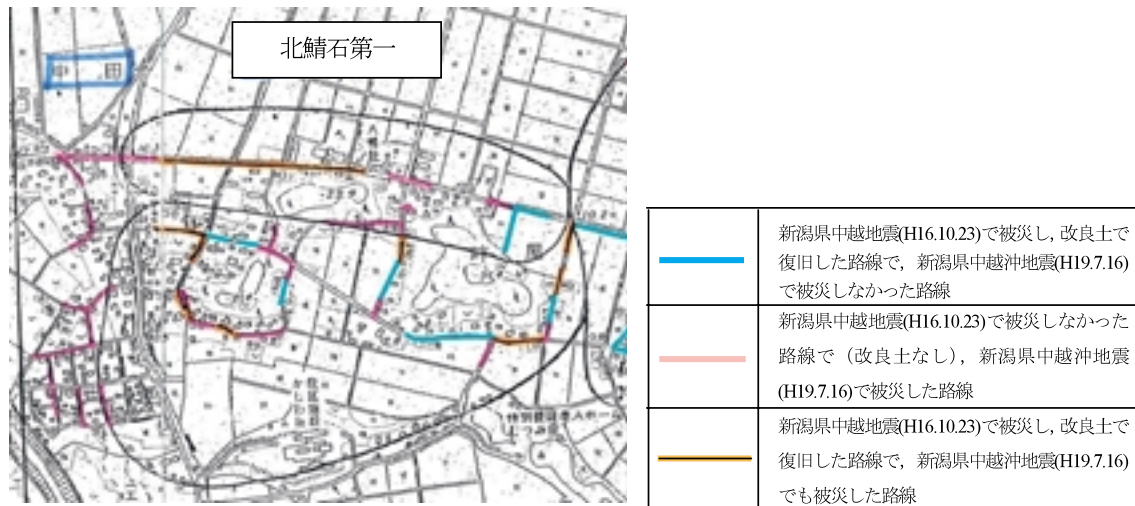


Fig.13 北鯖石地区の管路の被災状況
Map showing the extent of pipeline damage in the Kitasabaishi area



Fig.14 埋戻し部分に沿って生じた歩道での路面沈下
Settlement of sidewalk



Fig.16 マンホールの浮上
Uplift of a manhole



Fig.15 管路埋戻し部分の地表面沈下
Settlement of ground surface



Fig.17 歩道でのマンホールの浮上
Uplift of a sidewalk manhole

かったが、Fig.13 に示すように、3 年前の新潟県中越地震で被災し改良土で埋戻しを行っている区間でも、今回の地震により被災している箇所があった。

Fig.14 において、歩道で発生した路面沈下は、幅約 1m で沈下量は 15cm 程度であり、管路の埋戻し部分に沿

て生じている。基礎材料及び埋戻し材料が液状化により体積収縮を起こし、道路と地盤の間に空隙を生じたため、路面が沈下したと思われる。しかしながら、この被害が生じた路線に隣接する道路下にあるマンホールと管路上部の路面には、沈下や隆起などの変状は見られな



Fig.18 道路での噴砂の跡
Sand boil on a road surface



Fig.20 マンホール周辺の路面沈下
Settlement of road surface near a manhole



Fig.19 アスファルトの下部に発生した空洞
Hollow under asphalt



Fig.21 マンホールの浮上
Uplift of a manhole

かった。このように被害に違いが生じたのは、道路下と歩道下では施工方法が異なるためと思われる。

また、道路や水田において噴砂の跡が見られた (Fig.18)。このことから、地震時には基礎材料だけでなく周辺地盤が液状化し、マンホールの浮上や路面沈下を引き起こしたと考えられる。ただし、浮上したマンホール周辺には噴砂の跡は確認できなかった。

一見して路面沈下が生じていない箇所でも、Fig.19 のようにアスファルトと管路の埋戻し土との間に空隙が生じていることがある。3年前の新潟県中越地震では、旧長岡市で震災から半年程経過した平成17年4月頃から道路陥没の報告が増加し、6月10日までの期間に市道上で約1,400件の陥没があり、これらの多くは震災直後に路面異常が見られなかった箇所では起きている (国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所, 2006)。今回の地震でも、地表面からの観察ではわからないが、アスファルト下部の地盤が地震動による揺込み沈下を生じたり、液状化を伴って沈下を生じることによって、アスファルト下面に空洞が生じている可能性がある。

3 中川地区

多くの箇所でマンホールの浮上や路面沈下が発生していた (Fig.20, Fig.21)。Fig.21のマンホールは約50cm浮上している。ただし、近接した場所ではマンホールの浮上がり量や路面沈下量が異なっていた。これは、基礎材料や地下水の状況などの違いによるものと思われる。他の地区と同様、管路の基礎材料が液状化したことで被害が生じたと思われる。

結 言

新潟県中越沖地震によって、柏崎市など4市2町1村にて農業集落排水施設は甚大な被害を受けた。被災状況としてマンホールの浮上、マンホール内の汚水滞留、管路埋戻し部分の路面沈下などが確認できた。管路の基礎材料が液状化したことが、このような被害を引き起こしたと考えられる。また、柏崎市の加速度記録や道路や水田で確認された噴砂の跡から、基礎材料だけでなく周辺地盤も液状化している可能性が高い。被害状況は管路の基礎材料などによって異なっており、3年前の新潟県中越地震で被災し、改良土を基礎材料として使用している

区間の方が、砂を使用している区間より被害が少なく、改良土による復旧が被害を軽減したと思われる。

今後、テレビカメラによる二次調査結果や管路施設の被災状況と施工条件の関係を詳細に検討していき、基礎材料及び地震動と管路挙動の関係を明らかにして、管路の耐震対策に繋げていきたい。

参考文献

- 1) 新潟県 (2007): 平成 19 年 (2007 年) 新潟県中越沖地震関連情報, <http://bosai.pref.niigata.lg.jp/bosaiportal/0716jishin/>
- 2) 毛利栄征・堀 俊和・松島健一・有吉 充 (2006): 平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震によるため池と集落排水施設の被災, 農業工学研究所技報, 第 205 号, pp.61-76
- 3) 毛利栄征 (2005): 新潟県中越地震による集落排水施設の被害状況, 基礎工, Vol.33, No.8, pp.74-78
- 4) 奥山 学・馬場光一 (2006): 新潟県中越地震における農業集落排水施設の被災分析, JARUS, No.85, pp.39-44
- 5) 大野長栄・西川 淳 (2005): 新潟県中越地震による下水道管路施設の復旧方法について, 第 41 回下水道研究発表会講演集, pp.214-216
- 6) 社団法人地域資源循環技術センター (2007): 農業集落排水施設震災対策マニュアル
- 7) 気象庁 (2007): 災害時地震・津波速報平成 19 年 (2007 年) 新潟県中越沖地震
- 8) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所 (2006): 平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震土木施設災害調査報告, 国土技術政策総合研究所研究報告 No.27, 土木研究所報告 No.203
- 9) 北上裕史 (2005): 新潟県中越地震 農業集落排水施設復旧への道のり～新潟県刈羽郡刈羽村の場合～, JARUS, No.82, pp.37-40
- 10) 森井俊広・荒井 涼・小野英雄・松本精一 (2007): 平成 19 年 (2007 年) 新潟県中越沖地震に伴う農地・農業用施設の被害について, 水土の知, vol.75, No.9, pp.61-65
- 11) 農業集落排水事業所基準等作成全国検討委員会 (2007): 農業集落排水施設設計指針平成 19 年度改訂版
- 12) 吉田 望・後藤浩之・若松加寿江・福元俊一・三上武子 (2007): 2007 年新潟県中越沖地震における K-NET 柏崎の観測波形について, <http://www.civil.tohoku-gakuin.ac.jp/yoshida/inform/chuetsuoki/chuetsuoki.html>

Damage to rural community sewerage systems during the Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007

ARIYOSHI Mitsuru and MOHRI Yoshiyuki

Summary

A number of rural community sewerage systems in Kashiwazaki City, Niigata Prefecture, were damaged by the Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007. Typical types of damage observed were uplift of manholes, sewerage retention at manholes and settlement of road surfaces. It appears that this damage was caused by liquefaction of backfilled sand. The sewerage systems of many rural communities in Kashiwazaki City were previously damaged during the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004. After the earthquake in 2004, improved soil was used to prevent liquefaction of the backfill. This investigation found that during the earthquake in 2007 there was less damage to sewerage pipelines and manholes where improved soil had been used instead of sand.

Keywords : Niigataken Chuetsu-oki Earthquake, rural community sewerage system, liquefaction, pipeline, manhole