

平成 19 年新潟県中越沖地震

柏崎市における下水道更生管の耐震性に関する調査報告

株式会社ライフライン工学研究所・高田至郎、上野淳一

## まえがき

本報告は平成 19 年新潟県中越沖地震における柏崎市の下水道更生管路に関する調査研究の結果を取りまとめたものである。

従来、下水道更生管が埋設された地域が高レベル地震を経験した例は少ない。今回の中越沖地震に際しては、甚大な建物被害が発生した新潟県柏崎市内の污水幹線において、震災の約 5 年前に下水道の管更生（ダンビー工法、耐震型ではない標準型の嵌合部材を使用、全長 184m）が実施されていた。また、同市西部笠島の国道横断部（本箇所は崖崩れによる甚大な被害のあった JR 信越本線青海川駅の約 1km 西側に位置する）においては、約 1 年前に耐震型の嵌合部材を用いた管更生（ダンビー工法、施工延長計約 98m）も実施されている。柏崎市内の污水幹線においては、既設管であるヒューム管の継手部において地震動による抜け出し変位(最大で約 30mm)が生じた結果、その継手直下にある更生部材の一部において 4 箇所の破損が発生したものの、流下機能を確保していることが確認された。国道横断部においては、耐震型嵌合部材が地震動による変位に追従し、破損することなくその耐震機能を発揮し流下機能を確保していることが確認された。本報告では下水道更生管路（ダンビー工法）の地震被災調査結果と施工箇所周辺の地震動・地盤変状、周辺の下水道施設等の被害状況との関連についてまとめ、その耐震性について考察したものである。

## 1. 地震の概要

2007 年 7 月 16 日 10 時 13 分頃に、新潟県上中越沖（北緯 37.5 度、東経 138.6 度）の深さ約 17km を震源とするマグニチュード 6.8、最大震度 6 強の地震が発生した。震度 6 強は新潟県柏崎市、刈羽村、長岡市、長野県飯綱町、6 弱は新潟県上越市、小千谷市、出雲崎町である。

## 2. 調査結果

### 2-1 柏崎市柳橋安政污水幹線

#### 2-1-1 柳橋安政污水幹線における更生管調査結果

##### (1)管更生施工箇所の調査結果

表 2-1 にダンビー工法による管更生の概要を示す。図 2-1 には、柳橋安政污水幹線の位置と、更生管の敷設位置を示す。

表 2-1 管更生（ダンビー工法）の概要<sup>1)</sup>

施工年度	平成 14 年
管轄	柏崎市ガス水道局下水道課
物件名	柳橋安政污水幹線管渠更生工事
口径(mm)	1,100
施工延長(m)	184.0
管種	ヒューム管
施工時期	H.14.11～H.15.3
用途	下水
備考	標準ジョイナー使用



図 2-1 柳橋安政汚水幹線および管更生（ダンプビー工法）施工箇所 1)、2)



図 2-2 ダンプビー工法施工箇所 1)

図 2-2 には管更生施工箇所の位置を示す。本施工は震災の約 5 年前に実施したものであり、当時耐震型の嵌合部材は開発されておらず、旧型の標準部材が用いられた。本施工区間では 4 箇所て接合用嵌合部材(ジョイナー)の破断(管周方向に約 1 周分が破断)および充填材の割れが確認された。いずれも既設管継手部の直下で生じており、既設管抜け出し変位(最大で約 30mm)に嵌合部材が追従できなかったことが原因である。尚、計測され嵌合部材の破断幅は 14mm から 30mm である。図 2-3 には、同施工箇所区間中の破損箇所の位置を示す。破損箇所①から④の A-3-2 人孔からの距離は各々、9m、14m、26m、36m である。箇所

③、④ではストリップ側の嵌合爪部の破損も見られた。また、上記以外に A-3-2 人孔との接合部分において、管きよの人孔への突っ込みと人孔自体のズレにより、更生部材の破損変形が見られた。尚、地震後も同管更生区間の流下機能は確保されていた。写真 2-1～写真 2-4)に 4 箇所の破損状況を示す。更生管路は歩道下に敷設されている。歩道自体に大きな損傷はなく、人孔や管渠の浮上は見られなかったが、写真 2-5)に示すように、歩道部と宅地との境界において大きな段差や亀裂を生じている箇所が確認された。写真 2-6)には、A-3-2 人孔から 35m 付近の人孔周辺の地表部の状況を示す。これら以外にも同管更生区間周辺では、車道舗装部の亀裂、側溝部の開口、歩道部敷石の押し上げ、公共マスの変形が見られ、地盤変位により、更生管路には軸線方向の引っ張り、軸直角方向の圧縮・引っ張りが作用したことが推察される。

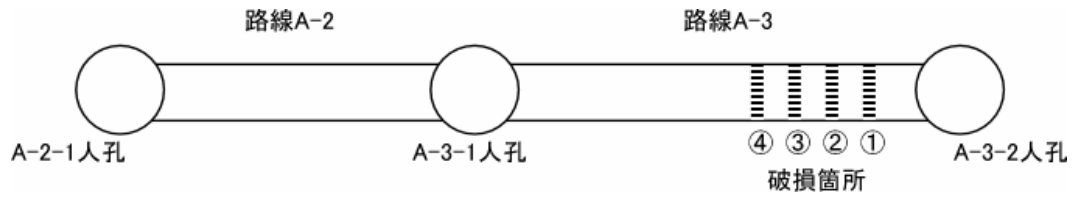


図 2-3 破損箇所位置

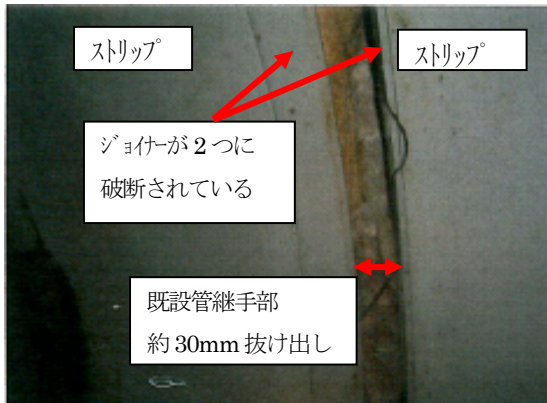


写真 2-1 破損箇所①

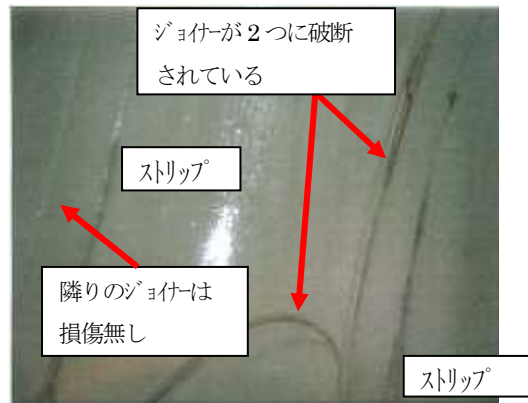


写真 2-2 破損箇所②



写真 2-3 破損箇所③



写真 2-4 破損箇所④



写真 2-5 歩道部の段差



写真 2-6 人孔周辺地表部の状況

## (2) 柳橋安政污水幹線におけるその他の被害<sup>2)</sup>

### ・北園町付近の污水幹線被害

安政町の自然環境浄化センターから八坂中継ポンプ場に向かって約 600m 上流の人孔を中心にその上・下流 1 スパンずつの区間で管渠および人孔に被害が発生した。被害管渠はφ1200HP（推進管）×120m 分（1 スパン約 60m）である。被害位置については図 2-1 に示す。被害の内容は人孔底塊部（場所打ち無筋コンクリート）およびインバート部の崩壊、人孔側壁上部の海側への 10cm から 20cm のずれ、管渠のクラック、目地ずれ、管渠内への土砂流入・堆積等である。尚、周辺部では道路の亀裂・陥没、電柱の沈下が見られた。

### ・西本町付近の圧送管損傷

柳橋中継ポンプ場―八坂中継ポンプ場間の西本町付近で、3 箇所の被害が発生した。この区間では、2 条の埋設深度の異なる圧送管が敷設されていた。管体はいずれもφ500 の DIP であり、被害は継ぎ手抜けである。位置については図 2-1 を参照されたい。これらの圧送管の被害は前述の管更生施工箇所から、約 100m から 300m の直線距離の位置で発生した。

### ・拠点施設の被害

自然環境浄化センターにおいては、大規模な液状化が発生し場内各所で道路陥没が発生した。また、受水槽の破損、汚泥棟の既設部・増設部間の 30cm の開きによる送泥搬送管（可撓性継ぎ手使用）の破断などが発生した。ダンビー施工箇所から約 200m の距離にある八坂中継ポンプ場では、建物周囲の地盤沈下が発生した。約 60cm の沈下により同ポンプ場より自然環境浄化センターに向かう管路の取付部付近の破損が発生した（写真 2-7 参照）。また柳橋中継ポンプ場でも敷地内外で周辺地盤の沈下が発生した。



写真 2-7 八坂中継ポンプ場における地盤沈下と復旧工事

## 2-1-2 地震動と柳橋安政污水幹線

地震後に K-NET ([http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/chuetsuoki20070716/chuetsuoki\\_1.htm](http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/chuetsuoki20070716/chuetsuoki_1.htm)) 等各種機関より公表された震度分布によれば、同幹線はほぼ震度 6 強のエリアに含まれていたと思われる。図 2-4 には柏崎市に設置されていた K-NET 地震計 (NIG018) と柳橋安政幹線の位置関係を示す。併せて標高 10m の等高線（緑線）および地質区分を示す。同地震計による最大加速度は、3 成分合成が 813gal、速度波形の最大値は、3 成分合成が 126.8kine であった。尚、計測震度は 6.3（震度 6 強）であった。



### 2-1-3 地質と柳橋安政污水幹線



図 2-4 地質区分と柳橋安政幹線

図 2-4 によれば、被害管路および地震計はともに完新世から更新世の非海成の砂丘 (No.162) に位置している。この砂丘の中心部の標高は 10m 以上となっている。更生管 (ダンビー工法) は、砂丘と埋め立て地と思われる部分のほぼ境界部に位置している。近傍の地質縦断面図より下水幹線山側の砂丘部の N 値は 10 程度であると推定される。同砂丘部においても液状化は

発生していた。下水幹線は砂丘層を掘削して敷設されていると思われるが、海面高を考慮すれば地下水位以下に敷設されていると思われ、埋め戻し土が液状化する条件は揃っている。

### 2-1-4 上水道被害と柳橋安政污水幹線



図 2-5 上水道被害位置と柳橋安政幹線

図 2-5 には、復旧担当者により作成された配水管被害位置 (赤丸印) および給水管被害位置 (緑丸印) ③と柳橋安政幹線の位置関係を示す。大規模な液状化の見られた自然環境浄化センターから北園町の下水管被害区間にかけては、上水道の被害も多発している。更生管 (ダンビー工法) 近傍の圧送管被害位置および上流側の八坂中継ポンプ場付近でも上水道被害

が多発している。上水道被害は等高線の周辺の非海成砂丘と海成堆積地帯の境界付近で発生している。

### 2-1-5 その他の被害と柳橋安政污水幹線

国土地理院等より家屋被害、液状化噴砂、斜面崩壊等の位置がプロットされたマップ ④が公開さ

れている。液状化に関しては、管更生（ダンビー工法）施工区間西端の鶴川沿いの砂丘と堆積層の境界付近では、上水道被害および下水道圧送管被害がみられたが、液状化噴砂も多く発生している。一方、下水道幹線よりも海側の埋め立て地と思われる部分では噴砂の報告が少ない。全壊家屋の位置と柳橋安政幹線の位置関係に関しては、管更生施工箇所（山側（南側））および圧送管被害箇所東側で全壊家屋が多くみられる。一方、北園町の下水幹線被害箇所付近では全壊家屋は少ない。道路、斜面等の被害に関しては、管更生施工区間で盛り土被害がプロットされている。また、近傍の圧送管被害箇所周辺では斜面被害が発生していた。

## 2-2 柏崎市笠島・国道8号線横断部

### 2-2-1 施設の概要<sup>5)</sup>

柏崎市笠島の国道8号線横断部においては、震災の約1年前に耐震性を有する嵌合部材（SFジョイナー）を用いて管更生を実施していた。施工位置は前述の汚水幹線管更生施工箇所より西側約6km離れた北陸道・米山I.C.出入口の東側近傍（施工箇所①）および更に約3.5km西側の米山トンネル付近（施工箇所②）である。表2-2に管路の概要を示す。

表2-2 当該管更生（ダンビー工法）の概要

施工年度	平成18年
管轄	北陸地方整備局長岡国道事務所
物件名	柏崎管内管渠補修その2工事
口径(mm)×施工延長(m)	1,500 × 65 (施工箇所①) □1,200 × 1,500 × 32.8 (施工箇所②)
管種	コルゲート管
施工時期	H.18.7~H.18.11
用途	雨水
備考	SFジョイナー使用（耐震型部材）

### 2-2-2 地震後の状況<sup>5)</sup>

写真2-8~写真2-11には施工箇所①および施工箇所②の状況を示す。両箇所とも、更生管の破損、変形や嵌合部の破損、外れ等は確認されず、流下機能は確保されていた。施工箇所①においては、SFジョイナーの中央溝部が分割され、部材背後に施してあるエラストマー（伸縮部材）が5mm程度広がっている箇所が数箇所確認された（写真2-9参照）。これは、地震動による変位に本部材が伸張することで対応したことを示すものである。両箇所とも国道の舗装の亀裂は軽微であったが、後者では歩道および歩道との境界部に大きな亀裂が生じていた（写真2-11参照）。



写真 2-8 更生管内状況（施工箇所①）

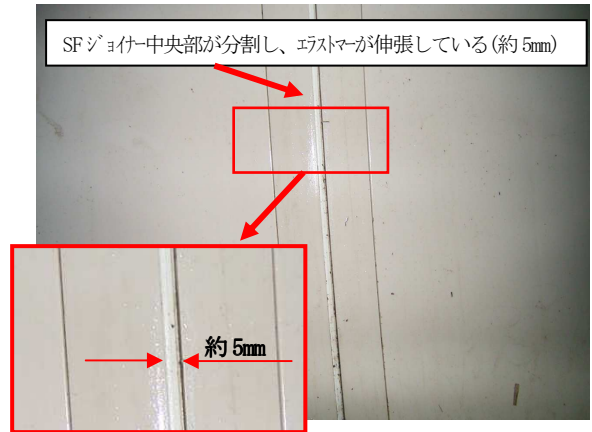


写真 2-9 SFジョイナーによる変位吸収箇所



写真 2-10 更生管内状況（施工箇所②）



写真 2-11 更生管の地上部状況

### 3. まとめ

本報告では、下水道更生管路および周辺の状況調査を行い更生管の地震時の挙動についての検証を試みた。柳橋安政汚水幹線の標準嵌合部材を用いた更生管（ダンビー工法）施工区間に関しては、周辺は震度6強のエリア内に属し、また砂丘と堆積層の境界に位置しており、同境界では今回多くの上水道被害が発生した。地上部の路面沈下状況、周辺で確認された噴砂より液状化が発生している可能性があった。直上の舗装亀裂などより、複雑な地盤変位を受けた可能性があった。このような地震動により、ダンビー更生管は既設管の継手部直下において破損が確認された。本調査結果から、既設管の継手部の変位は、主としてその継手直下にある更生部材に伝達されたことが判明した。よって、耐震タイプではない接合用嵌合部材を用いたダンビー工法更生管路が流下機能は確保したものの、ある程度の構造被害を被ったのは、かかるレベルの地震下では充分予測された状況である。一方、耐震型の嵌合部材（SFジョイナー）を用いた国道8号線横断部においては、敷設位置が被害の発生した上記管更生施工区間から震源と反対方向に約6km離れていたため、地震動による外力が厳しくなかった可能性はあるが、地震動による変位を同嵌合部のエラストマー部が伸張し吸収していたことが確認された。この嵌合部材が、今回被害の生じた柳橋安政汚水幹線で使用されていれば、その破断幅を考慮すれば、同幹線の被害を防止できた可能性もある。以上のことから、耐震性を有する嵌合部材を用いた更生管は今後、耐震管として活用できる可能性が推察された。さらに、

実験・解析等により、その耐震性能が照査されることが望まれる。

#### 謝辞

本報告の作成にあたって、国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所柏崎維持出張所・本保薫所長、柏崎市ガス水道局・村山満下水道課長、白井広一副主幹、柳和浩係長、また、大沼博幹技術部長、加藤敏夫所長をはじめとする新潟市水道局の方々には、地震後の忙しい中、説明および資料提供をいただきました。また国土交通省、気象庁、国土地理院、新潟県のHPから地震災害情報を引用させていただきました。また、現地調査時には神戸大学工学部市民工学科高田研究室で実施された現地調査に同行させていただき、同研究室の皆様には解析・資料整理等に多大な協力をいただきました。ここに記して御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) EX・ダンビー協会：新潟県中越沖地震「柳橋安政汚水幹線」ダンビー更生管調査報告書、H.20.4
- 2) 柏崎市ガス水道局提供資料、H.19
- 3) 新潟市水道局提供資料、H.19
- 4) 国土地理院：平成19年(2007年)新潟県中越沖地震災害状況図  
(<http://www1.gsi.go.jp/geowww/saigaikiroku/0707-chuetsuoki/index.html>)
- 5) EX・ダンビー協会提供資料、H.19