

地震被害額の比較による下水輸送方式についての一考察

下水道圧送管路研究会 金子 賢司、○半田 周

1. はじめに

下水道の普及率は70%を超え、市民生活に欠く事のできないインフラとして、その役割はますます大きくなっている。

さらに、下水道はそのライフラインとしての重要性から、耐震基準が見直され、施設の地震対策も着々と進められてきている。

しかしながら近年頻発する大規模地震において、下水道施設が壊滅的な被害を受け、市民生活や経済活動に重大な影響を与えることが多数報告されている。

自然流下方式の下水道管きよでは、マンホールの浮き上がりや傾き、地盤変動による管きよ勾配の変化、管材特性による管体割れや継手の抜け出し等を回避し難いため、復旧に莫大な費用と時間がかかる。そのため、市民に与える精神的・肉体的・経済的苦痛も非常に大きくなっている。

過去の地震被害額を比較することにより、輸送方式の違いによる地震リスクについて考察する。

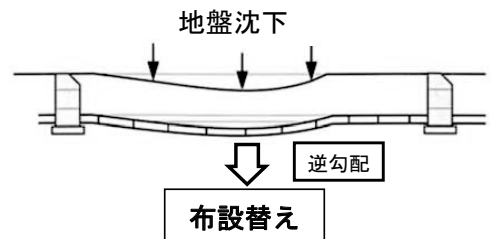


図-1 地震による自然流下方式管きよの被害イメージ

2. 地震被害の比較

(1) 評価方法

1) 比較対象

下水道管きよのほとんどが自然流下方式であり、圧送方式の下水道はサンプルが非常に少ない。そのため下水道システムの中で、自然流下方式と圧送方式の地震リスクを比較することは難しい。

一方、同じ水輸送システムである上水道は一部を除きほとんどが圧送方式である。

本稿では、下水道と上水道の地震被害額の比較により、輸送方式の違いによる地震リスクを評価する。

2) 評価指標

過去の大規模地震の被害報告では、下水道と上水道とは、その構造的・機能的な違いや、被害形態の違いなどにより、同じ被害率といっても下式のように、別々の考え方で算定されることが多かった。

$$\text{【下水道】：被害率（\%）} = \frac{\text{被災管きよ延長}}{\text{管きよ布設延長}} \quad \text{【上水道】：被害率（件/km）} = \frac{\text{被害件数}}{\text{管路布設延長}}$$

今回は比較のため、過去の地震被害データから得られる共通の指標として、管きよ布設延長に対する地震被害額の割合を被害率（円/km）として扱うこととした。

$$\text{被害率（円/km）} = \frac{\text{被害額}}{\text{管路総延長}}$$

3) 比較対象地震

過去の大規模地震においては、各種被害調査が行われており、事業者別あるいは地域別に被害額が公表されているものがある。今回は公表されているデータから、下水道と上水道の両方の被害額と管きよ延長が比較可能な以下の4つの地震を対象とする。

I -7-5 (2/3)

表－1 比較対象地震諸元

	発生日	地震規模	最大震度	地震被害総額
三陸はるか沖地震	H6/12/28 21:19	M7.6(震源深さ 0km)	八戸市 : 6	755 億円
鳥取県西部地震	H12/10/6 13:30	M7.3(震源深さ 10km)	日野町 : 6 強	498 億円
新潟県中越地震	H16/10/23 17:56	M6.8(震源深さ 13km)	川口町 : 7	3 兆円
新潟県中越沖地震	H19/7/16 10:13	M6.8(震源深さ 17km)	柏崎市他 : 6 強	1.5 兆円

(2) 被害率比較結果

表－1 に示す地震において被害を受けたのは、三陸はるか沖地震：11 市町村、鳥取県西部地震：20 市町村、新潟県中越地震：40 市町村、新潟県中越沖地震：12 市町村である。その内、上下水道ともに被害額と管きょ延長が推定可能な事業体を抽出し、比較を行った。

公表されているデータのみを使用したため、被害額には処理場や浄水場等の施設被害額も含まれている。また、下水道には圧送方式管きょも含み、上水道には自然流下方式の部分も含まれると思われるが、本検討では無視する。結果を表－2 に示す。

表－2 地震被害率比較結果

		下水道（自然流下方式）			上水道（圧送方式）			① ②
		管渠総延長 (km)	被害額 (千円)	①被害率 (千円/km)	管路総延長 (km)	被害額 (千円)	②被害率 (千円/km)	
三陸はるか沖	八戸市 ¹⁾	766.5	699,090	912.1	1,672	272,000	162.7	
	計	766.5	699,090	912.1	1,672	272,000	162.7	5.6
鳥取県西部	米子市 ²⁾	331.3	329,034	993.2	725.0	130,450	179.9	
	境港市 ²⁾	139.4	170,607	1,223.9				
	西伯町	7.14	1,598	223.8	92.4	4,647	50.3	
	計	477.8	501,239	1,049.1	817.4	135,097	165.3	6.4
新潟県中越	小千谷市	182.9	7,800,000	42,646.3	328.5	3,000,000	9,132.4	
	川口町	43.0	1,825,000	42,441.9	70.8	539,200	7,615.8	
	魚沼市	212.2	997,300	4,699.8	487.5	63,400	130.1	
	計	438.1	10,622,300	24,246.3	886.8	3,602,600	4,062.5	6.0
新潟県中越沖	10 市町村 ³⁾	2,753.5	6,203,000	2,252.8	7,434.8	1,716,754	230.9	
	計	2,753.5	6,203,000	2,252.8	7,434.8	1,716,754	230.9	9.8

¹⁾ 上水道は八戸圏域水道企業団のデータ。

下水道は八戸公共下水道のデータに八戸圏域水道企業団給水区域内の事業体の下水道管きょ延長を加算したもの。八戸公共下水道以外の被害額が不明のため、下水道被害率は低めに算出されている。

²⁾ 上水道について、境港市は米子市水道局の給水区域。

³⁾ 柏崎市、刈羽村、長岡市、上越市、出雲崎市、燕市、十日町市、小千谷市、南魚沼市、三条市。上水道には上越地域水道用水供給企業団のデータ含む。

(3) 最大震度と地震被害

過去の地震で、事業体ごとに被害額と管きょ延長がわかっているものを抽出し、その事業体で記録した最大震度と被害率の関係を示したものが図－2 である。

I -7-5 (3/3)

上水道は最大震度6弱まではほとんど被害がみられないが、下水道は震度5弱でもかなりの被害が発生していることがわかる。

3. 考察

上下水道事業の供給・供用区域の違い（例：八戸圏域水道は1市9町2村にまたがる）や、被害額の算定時期・方法・範囲等の違いがあり、単純な比較は難しい。また、施設に対する考え方や歴史の違い、耐震基準の違い、地震対策のためにかけた費用の違い等様々な要因も考えられる。

しかしながら、表-2及び図-2の結果を見ると、水輸送システムとして、また生命を守るライフラインとして考えた場合、下水道（自然流下方式）は上水道（圧送方式）に比べ、地震に対する抵抗力が明らかに劣ると言わざるを得ない。

度重なる地震被害を経験し、下水道が使えなければ上水道も使えないことを思い知らされてきた我々にとって、非常に大きな問題である。

個々の製品については、各メーカーの不断の努力により耐震性が向上しているが、水輸送システムとしての下水道の耐震性については、まだ研究が進んでいない。今後は地震による一次的被害だけでなく、二次的被害や社会的・経済的影響も考慮に入れて、ライフラインとしての下水道施設の仕組みを検討する必要がある。

4. 結論

自然流下方式と圧送方式について、過去の大地震による管きょ被害率（管きょ布設延長に対する地震被害額の割合）を比べることにより、流体輸送方式の違いによる地震リスクの評価を試みた。その結果、自然流下方式が基本の下水道は、圧送方式が基本の上水道に比べ6倍以上の被害率であると試算された。

これは、水輸送の仕組みとして、自然流下方式が圧送方式に比べ、地震に対して非常に脆弱かつ敏感であることを意味していると考えられる。

「下水道ビジョン2100」で提言されたような、従来の静脈機能だけでなく、循環のみちとしての動脈機能を下水道が担うためには、次世代下水道システムは、現在の下水道システム以上の信頼性が必要になる。

輸送方式、管路形態、処理施設の配置等を含めた最適な下水道施設とはどのようなものか、システム全体としてのLCC、LCAも考慮し、議論する必要がある。

参考文献

- ・新潟県土木部都市局下水道課、下水道災害復旧の記録、2006
- ・新潟県中越地震水道現地調査団、新潟県中越地震水道被害調査報告書、2005
- ・新潟県川口町、平成16年新潟県中越地震、2006
- ・NPO法人コメリ災害対策センターHP、新潟県中越地震ライフライン被害状況
- ・鳥取県生活環境部住宅環境課下水道室、2000年鳥取県西部地震での下水道施設被害の分析、2002
- ・鳥取大学工学部、鳥取県西部地震による水道被害とその影響調査、2001
- ・鳥取県防災危機管理課、平成12年鳥取県西部地震の記録、2001
- ・三陸はるか沖地震災害調査委員会、1994年三陸はるか沖地震災害調査報告書、1995
- ・新潟県土木部、H19新潟県中越沖地震による被害と復旧状況、2008
- ・新潟県HP、下水道統計、水道統計、全国簡易水道統計

問い合わせ先：下水道圧送管路研究会 半田 周

〒103-8310 東京都中央区日本橋室町3-1-3 TEL：03-3245-3096 FAX：03-3245-3186

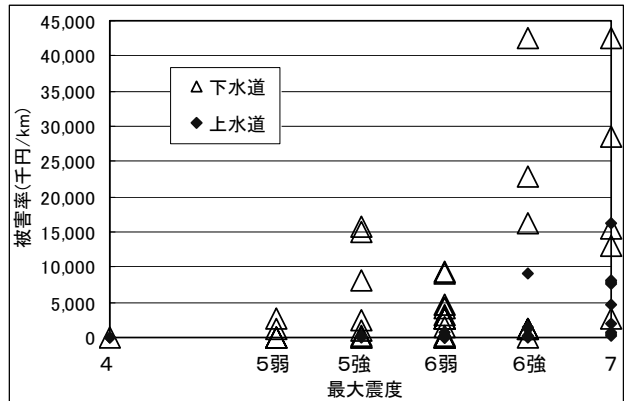


図-2 最大震度と被害率の関係