

I-553

下水道施設の被害と地震動強さの関係について

建設省土木研究所 正会員 松本 秀應
建設省土木研究所 正会員 佐々木 康

1. まえがき

1978年宮城県沖地震、1983年日本海中部地震等における下水道施設の震害事例を見ると、下水道管路およびポンプ場に被害を受けることにより長期間にわたって下水道施設の機能がそこなわれている。特に、下水道管路の被害は同時多発するうえ、下水道管路が地下に埋設された構造物であるため、被害の発見および調査には多大な労力と特殊な手法を必要とする。下水道施設の耐震性を高めたり、震後の復旧活動を円滑に実施する上で、既往の地震により生じた下水道施設の被害と地震動強さの関係を整理しておくことが有用と考えられる。

2. 下水道施設の被害

下水道の整備された都市が地震を受けることが少なかったため、下水道施設の震害事例は多くはないが、被害の認められた地震について被害の概要を示したものが表-1である。表-1では、施設を管路施設とポンプ場・処理場に大別して被害の概要を示してある。

これらの震害事例から、下水道管路施設の被害の特徴としては、都市全域にわたり同時に被害が発生すること、および周辺地盤に液状化が発生するかどうかにより大きく被害形態・程度が変化することがあげられる。周辺地盤に液状化が発生した場合には、新潟地震で見られたようにマンホールや下水道管路が浮上し、路上に突き出すような被害や、管路の衝突による目地および管体の破損、目地の開きによる管内への土砂浸入による管路の閉塞等の被害が発生する。ポンプ場の被害の特徴としては、周辺地盤に液状化が発生しなかった場合には、構造物の被害は軽微であるにもかかわらず、停電のためにポンプの運転が不能となったり、上水道の断水のために自家発電装置の冷却水が不足し、結果的にポンプの運転が不能となったこと、また、周辺地盤に液状化が発生した場合には、沈砂池、ポンプ井等の浮上、傾斜といった構造物の被害により長期間にわたって運転が不能となったことがあげられる。

3. 下水道施設の被害と地震動強さの関係

既往の下水道施設の被害と気象庁震度階の分布の関係を1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震、1983年日本海中部地震について示したものが図-1～図-3である。図中には、地震発生時に下水道施設を有していた都市名と位置を示しており、白丸は被害の無かった都市を、黒丸は被害のあった都市を表している。これより震度ⅣあるいはⅤから下水道施設に被害が発生しはじめることがわかる。ただし、図中の金額はその都市における下水道施設の被害の総額であり、その都市の下水道施設の規模を考慮して被害の程度を見る必要がある。

下水道施設の被害と地震動強さの関係を見るために、地震のマグニチュードMおよび震央距離Rとの関係を示したものが図-4である。図中には丸の大きさで、

表-1 既往地震による下水道施設被害

地震名 M、年月日	被害施設 所在地	気象庁震度階	下水道施設被害	
			管路施設	ポンプ・処理場
関東地震 M=7.9 1923.9.1	東京	Ⅵ	地盤陥没とくわべて比較的被害軽微 総延長180kmのうち、被害約250箇所、 山手と下町の境界付近で被害発生	処理場に若干の損害あるものの汚水 処理に影響なし
新潟地震 M=7.5 1964.6.16	新潟市	Ⅴ	液状化による被害大 浮上り、マンホールの衝突、離脱、 亀裂、蛇行等管まきと延長35kmの70%被害、 全般的被害率90%	液状化による沈砂池、ポンプの浮上 15ヶ所中11ヶ所被害、うち8ヶ所機能 停止(構造被害大)
十勝沖地震 M=7.9 1968.5.16	函館市	Ⅴ	埋立地において液状化による被害 (管まきの浮上等)	施設なし
	室蘭市	Ⅳ	総延長5.5kmの内、軟弱地盤中に埋 設された管まきが750mにわたり浮上	2ヶ所のポンプ場が軽微被害
宮城県沖地震 M=7.4 1978.6.12	仙台市	Ⅴ	軟弱地盤地帯、宅地等で被害、いずれ も液下に支離なし、総延長約690kmの 内、供用枝線の被害約630m (未供用幹線被害大)	主なポンプ場11ヶ所のうち、9ヶ所 が停電、圧送管被害等により、機能停 止
	塩釜市	Ⅴ	軟弱地盤地帯(埋立地)で被害 総延長約27kmの内、約700m被害	被害軽微、機能停止なし
日本海中部地震 M=7.7 1983.5.26	秋田市	Ⅴ	液状化による管路被害 総延長286kmの内、市街部延長約 1.7km、マンホール被害93箇所	液状化による被害 (土崎ポンプ場、雨水沈砂池の浮上り)
	鹿代市	Ⅴ	液状化による管路被害大 総延長約60kmのうち市街部延長約8km	建設中の処理場、ポンプ場被害なし

図-1～図-3に示した各施設の単位管路延長当たりの被害額を示した。また、被害の発生した地点を包絡する直線を下水道施設に被害の発生する限界震央距離と考え、これを図中に実線で示した。この限界線は液状化が発生する限界線とほぼ一致していることがわかる。また、この図から必ずしも震央距離が小さいほど被害額が大きくなってはいないことが判る。これは、その都市の地盤条件(液状化の発生の有無、沖積および洪積層の厚さの違い等)や施設の構造的条件(管路の埋設深度等)の違いによるものと考えられる。

謝辞 本報告は建設省総合技術開発プロジェクト「震災構造物の復旧技術の開発」の一環として実施した整理結果である。この整理にあたっては、本プロジェクトを実施するために設けた委員会の片山分科会長をはじめ委員各位の御指導を得たことを付記し、感謝する次第である。

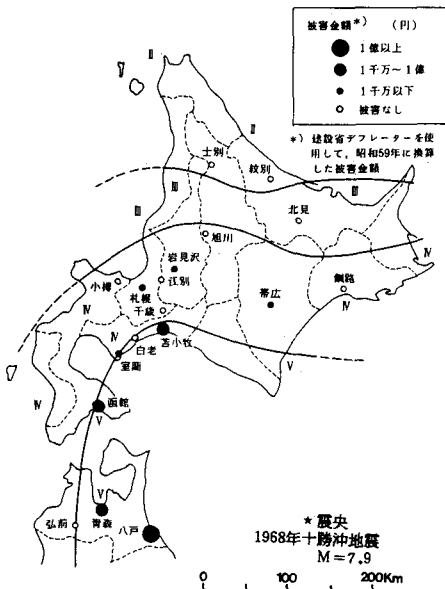


図-1 十勝沖地震による下水道施設の被害

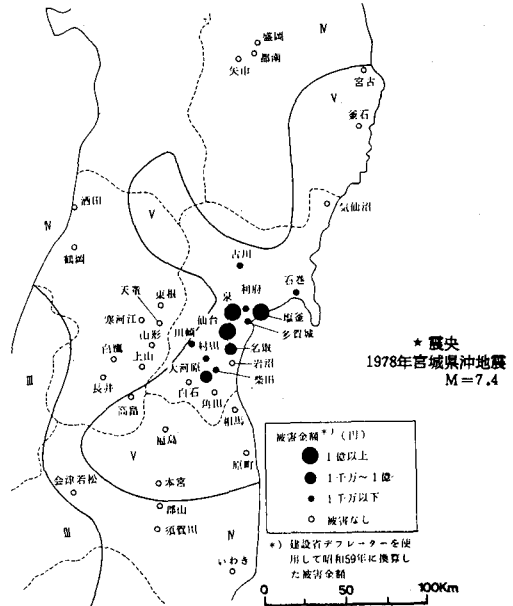


図-2 宮城県沖地震による下水道施設の被害

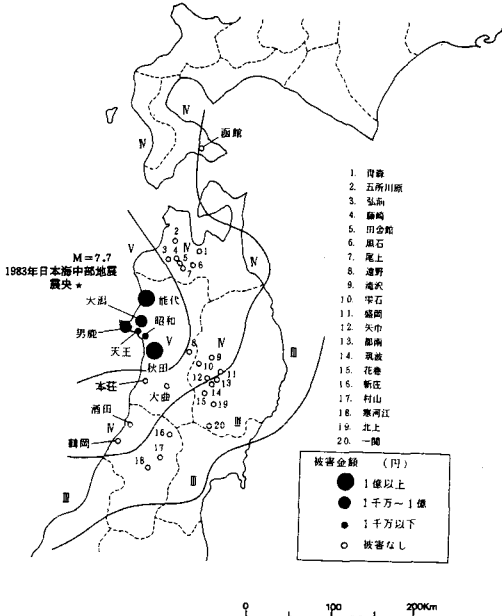


図-3 日本海中部地震による下水道施設被害

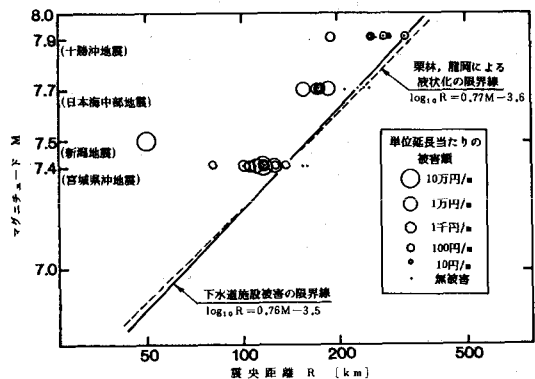


図-4 下水道施設に被害が発生する限界震央距離