

ある道路に埋設された管路類の地震時被害の相関性

神戸大学工学部 高田至郎・岡邊揮司良 荒井幸夫

1.はじめに：1983年5月の日本海中部地震の際の能代市の、ある道路に埋設された水道管・ガス管・下水道管・通信用管の被害状況、および道路変状状況を報告するとともに、被害の相互関連性について考察する。また、シミュレーションによって管路被害から推定される地盤変状量について検討した結果についても報告する。

2.各種管路および道路の被害：調査の対象とした道路は、図1に示す能代市赤松町から西通町にかけての区間である。この道路地盤より採取した土の粒径加積曲線を求めた所、極めて液状化しやすい粒径分布に属する砂質土であった。本道路には、表1に示す4種類の管路が埋設されている。管体材料、継手、埋設深さなどが異なり、同一の地震外力を受けた際の各種管路の耐震性を検討する上で好都合である。図1には、各管路での被害箇所を示している。また、図2には同じ道路表面の変状状況を示している。表に示すようにクラック・沈下・隆起が各所でみられ、とくに、No.8の地点では、圧縮力を受けて舗装アスファルトが約20cm盛上る被害があった。図1と図2を比較すれば、道路の変状箇所と管路の被害位置が概ね一致していることが

表1. 各管路の諸元等

項目	水道管	ガス管	下水道管	通信用管
管種	A P	C I P	H P	S P, V P
管径 (mm)	150	100	350 (20-1) 600 (20-2~6)	75
埋設深さ (m)	8.0	1.20	3.25	1.50
埋設位置	宅地より80cm	宅地より100cm	道路中央	歩道より約100cm
継手	ギボルト	印ろう	ゴム輪A型	S P...ねじ V P...TS

知られる。とくに、道路No.8と水道管No.3、道路No.10と管路No.4,8、道路No.16と通信用管No.10は良く対応している。道路の被害状況から判断して、この付近一帯では、地震時に波動伝播があったのみならず、沈下・側方流動などの変状が発生したものと考えられる。

石綿水道管はとくに被害率が高くなっている。No.3を除きすべてギボルト継手の破壊による漏水が被害の原因となっており、No.3は管体の折損によるものである。

凡 例	
1~6	水道管被害位置
7, 8	ガス管被害位置
9, 10	通信用管被害位置
20-1~6	下水管被害位置
△	通信管マンホール
○	下水管マンホール
---	水道管 (A Pφ 150)
---	ガス管 (C I Pφ 100)
---	通信用管 (S Pφ 75, V Pφ 75)
---	下水管 (H Pφ 350・20-1) (H Pφ 600・20-2~6)

記 号	被害状況
1 ~ 16	道路クラック、隆起
A	マンホール隆起
B ~ E	歩道縁石の道路側倒れ込み
F	家のへいの道路側への崩壊
G	家のへいのクラック

は、地震後、

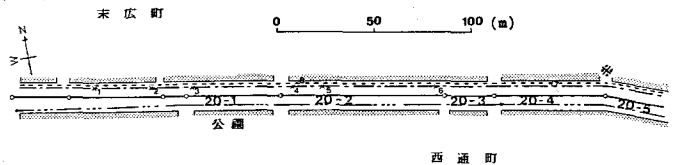


図1 各種管路の配管図および被害位置・状況

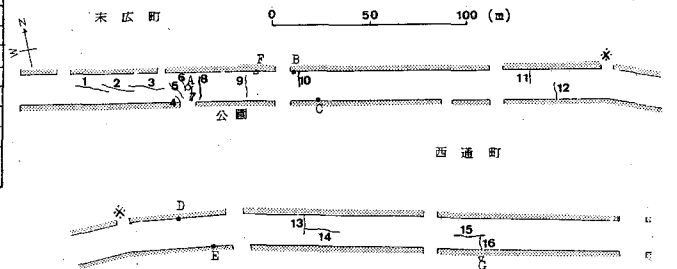


図2 道路の被害位置・状況

掘出し調査が実施され、図3に示すように詳しい被害状況が知られている。No.9では鉛直方向の力によって鋼管継手部が23°回転し、また、2条2段に配置された上段の管路が地震後に沈下していた。No.10では、曲げ力によってねじ継手部が破断していた。下水道管では、地震直後、能代市公園下水道課によって管内カメラによる被害調査が実施された。その写真資料の解析によって、ヒューム管継手の抜け量、回転角および管路の変形量を算出した。図4(a)に継手の軸方向抜け量の分布を示した。1.5 cmの抜け量が最頻値となっている。また、図1に示す20-1の区間の下水道管路の継手抜け量の分布状況を示したものが図5である。約2 m区間に設けられた継手目が一様に抜け出していることが注目される。図4(b)に継手回転角の分布を示した。最大3°

まで認められるが、一般には極めて小さな回転角となっている。図6には、20-1の区間の長手方向に沿う管路変形状態を示した。これは、継手の抜け量と回転角から算出したものである。本図では最大20 cm程度のずれが生じている。他の区間でも同様の検討をした結果、管路延長方向に直交する変形量は最大50 cm程度となった。

上記の被害状況より、鋼管・鋳鉄管では路線中のある一箇所の継手に被害が集中する傾向にあるが、ヒューム管では各継手が一様に抜け出す傾向にある。また、ビニル管はたわみ性によって地動による力を受けもっている。

5. 地盤変動量の推定：下水道の継手抜け量・回転角を生ぜしめるに必要な地盤変動量を求めるためにERAILプログラムを用いてシミュレーションを行った。対象とした区間は図6に示す20-1である。その結果、管路長手方向、直角方向とも振幅40 cm程度で、地盤のずれが一樣となるように変動した場合に、ヒューム管の継手抜け量・回転角の分布状況を説明し得ることが知られた。この振幅40 cmは管内被害写真から推定した図6の30 cmより若干大き目である。

4. おわりに：本文で得られた結果は以下に要約される。

① 管路破害と道路変状は密接な関係にある。② 同一の地震外力でも管種・継手により被害形態は異なる。③ 今回調査した区間での管路被害は地盤変動に伴うものと推察され30~40 cmの変動量と考えられる。④ 地盤変状を考慮しての管路耐震設計が必要である。

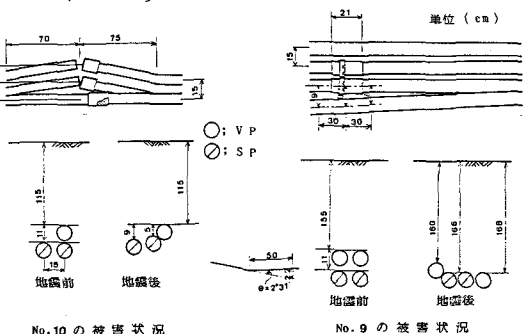
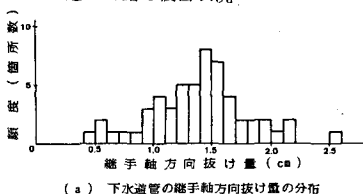
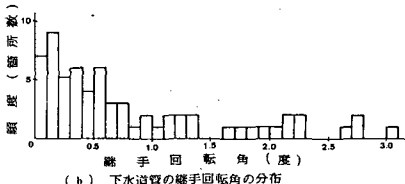


図.3 通信管路の被害状況



(a) 下水道管の継手軸方向抜け量の分布



(b) 下水道管の継手回転角の分布
図.4 下水道管路の継手抜け量および回転角の分布図

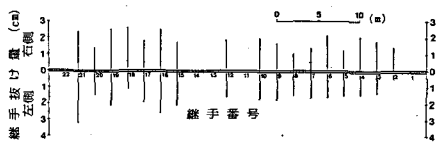


図.5 下水道管路(20-1)の継手抜け量

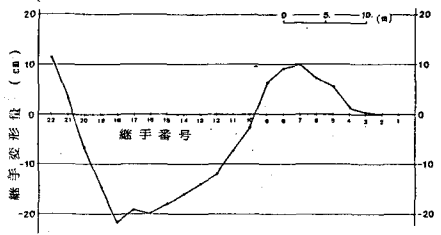


図.6 下水道管路(20-1)の管路変形状態