

地震による地中埋設管の被害と地盤との関係 その2 継手部の被害

名古屋大学工学部 正 員 松尾 稔

名城大学理工学部 正 員 堀内孝英

名城大学理工学部 学 生 白川利明

1. まえがき

本研究は地震時における地中埋設管の継手部の損傷資料より、その実態を把握し、さらに、管路の変形量と機能障害を及ぼす限界、ならびに分岐点間距離と継手部の損傷の実態を分析整理した結果、これらの要因と地盤との関係を追求し、要因分析によって継手部の損傷に与える要因の寄与率を求めたものである。

2. 震害の実態

地震時における地中埋設管の被害は、各震害調査報告書に記述されているように、大部分が継手部の損傷（脱出、折れ、ゆるみ等）といってよいように思われる。地震による継手部の損傷に関する数量的な資料は、継手数も非常に多い為、その被害を統計的に処理できる、まとまった資料はほとんどない。

しかし、阪神地震（1995.1.17 M=7.9）による震害調査報告書には、上水道配水管の口径（D）別の損傷件数ならびに、その被害分析図が詳細に記載されている。したがって、ここでは阪神地震による地中埋設管の継手部の損傷に際して、上水道配水管及びガス管についてその実態をまとめた。

図-1、2(a,b)は旧東京市上水道配水管、及び旧東京市、旧横浜市にお

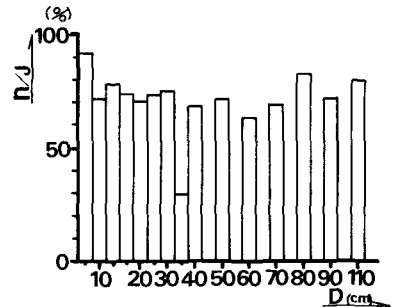
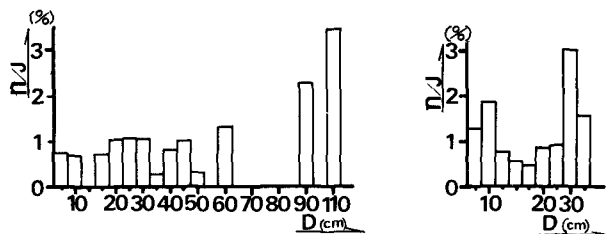


図-1 口径別継手損傷件数の割合
(東京上水道管)



(a) 東京 (b) 横浜
図-2 口径別継手損傷件数の割合(ガス管)

けるガス管の口径別の全継手数（J）に対する損傷件数（N）の割合を示したものである。ここに、ガス管については口径別全継手数が不明な為、3M当りに1ヶ所の継手があるものと仮定して各口径別の布設延長より全継手数を求めた。図-1より、旧東京市における上水道配水管の継手部の損傷は口径に関係なく約70%生じている。しかし、図-2(a,b)よりガス管の継手部の損傷に際しては上水道配水管に比して各口径とも損傷割合は非常に小さいことが認められる。旧東京市及び旧横浜市においてガス管の損傷割合は大きな差はない。したがって、同じ地震で、しかも上水道配水管と同じような箇所及び埋設深度に布設されたが、このような大きな差があることはひとつには調査記録の問題とも思われるが、継手の種類が継手部の損傷に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

上水道配水管の継手は、ほとんどが圧入
う継手であるが、ガス管の継手は鋼管接
合が主体となっており、圧入う継手によ
る被害の大きくなることは福井地震、新潟地
震などの震害調査報告書などにも記述さ
れていることから、継手の種類が損傷
に与える大きな要因といえる。

3. 配水管の継手部の変位量と

地盤との関係

前述したように、地
震時における埋設管の
継手部の損傷に關する
数量的な資料は乏しい
が、筆者らが入手した
新潟市水道局で実施し
た市域1ヶ所につい
ての地震前後における
配水管継手部の水平及
び鉛直変位量を試験調
査した資料にもとづき、
地盤のN値と関連づけ
て検討を試みた。

図-3は試験調査地点
を示すもので、図中
には表層からMまでのN値
のコンターラインを併
記した。図-4(a,b)は
これらの調査地点にお
ける鉛直及び水平方向
の変位量を示したもの
で、これらの図は横軸
に変位量を縦軸に変位
量を生じた件数を、管
種をパラメーターとし

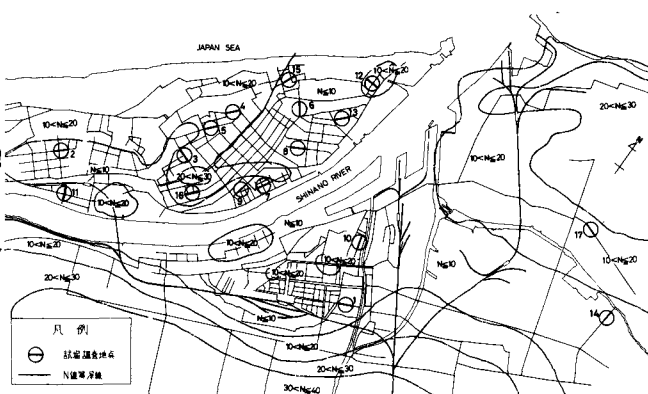
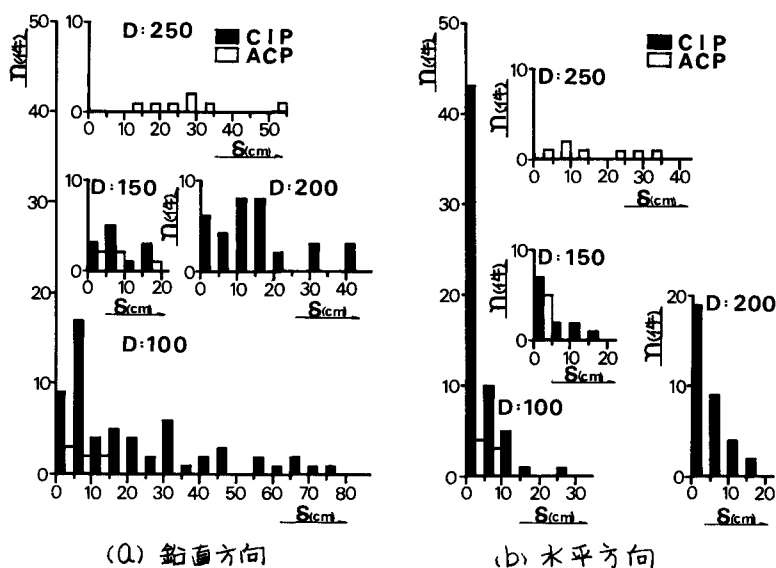


図-3 試験調査地点位置図



(a) 鉛直方向

(b) 水平方向

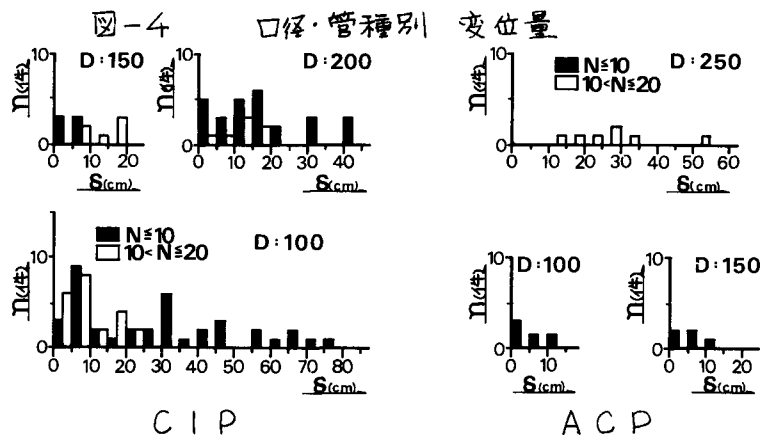


図-5(a) N値別鉛直方向における変位量

て示してある。これらの図から鉛直方向の変位が一般に大きく、水平方向に生じた変位は小さいことがわかる。いま、継手部の許容変位角 5° （口径=250mmまで）とした場合、漏水を生じない許容

変位量は約5 cmで、水平方向の変位量は各口径とも許容値に入っている。また、鉛直方向の変位に関しては許容値以上の値をとるものがあるが、全継手数に対して、その数は少ないことがわかる。したがって、新潟地震による継手部の損傷は鉛直方向の変位によって生じていることがわかる。つぎに、配水管

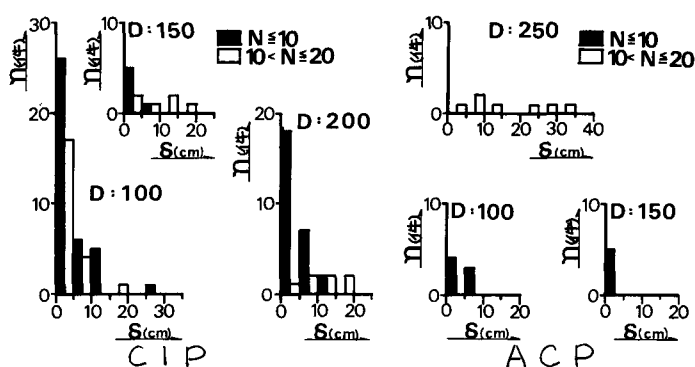


図-5(b) N値別水平方向における変位量

継手部の変位量と地盤のN値との関係を示したのが図-5(a)(b)である。これらの図からわかるように、鉛直方向変位はN値の小さい、いわゆる軟弱な地盤において大きい変位量を示していることが各口径について認められる。また、管種別にみると、N値が比較的大きくなくても石線管(ACP)の変位量は大きい傾向を示している。これは、石線管と鉄鉄管(CIP)の継手の種類が異なることに原因しているものと思われる。水平方向の変位量に関しては、管種及びN値にあまり関係なく、N値が比較的大きくても、許容変位量に近い値を示していることが認められる。

4. 分岐点間距離とN値

配水管継手部の損傷を分岐点間距離(l)及び地盤のN値と関連づけるため、図-6に示した新潟駅前地区における被害分布図によって検討を加える。図-7(a)(b)は図-6をもとに、各N値区分内の口径別の継手部の損傷件数を求め、これを口径別に継手100ヶ所当りの損傷件数をN値別に示したものである。これらの図から各口径とも一般にN値の小さいところに継手部の損傷が多いことが認められる。また、図-8(a)(b)は分岐点間距離とN値との関係を示したものである。この図は図-6をもとに各分岐点間距離内におけるN値別の継手損傷件数を口径及び管種別に求めたものを継手100ヶ所当りの損傷件数として示したものである。これらの図から、継手100ヶ所あたりの継手損傷件数は分岐点間距離にあまり関係なく、N値の方が継手部の損傷に影響することが認められる。

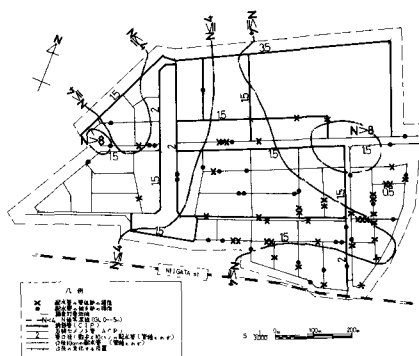


図-6 新潟地震における新潟駅前地区の被害分布図

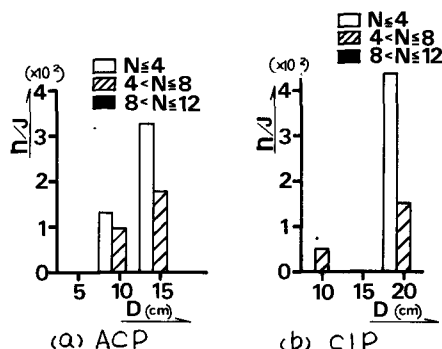


図-7 口径N値別 損傷件数

5. N値と分岐点間距離に関する要因分析

地中埋設管の継手部の損傷要因とその傾向を大略的に調べた結果、地盤のN値が要因として卓越していることがわかった。そこで、継手部についてもN

値と分岐点間距離が継手部損傷に対して量的にどの程度影響を与えるかを調べた。

管体部と同様、2元配置による分散分析を行なった。

分散分析に当っては、各分岐点間距離内の継手数100ヶ所当りの損傷件数として換算した値を用いて計算を行なった。

た。

水準数も $(N) \times 6(l)$ と管体部とまったく同じである。表-1は分散分析結果を表したもので、有意でない要因効果については誤差 ϵ に組み入れた最終誤差 ϵ' にてF検定を行なったもので、表中()の値がそれに該当する。表からわかるように、地震時における配水管継手部の損傷に及ぼすN値の寄与率は26~36%を示しているが、その他の要因がかなり継手部の損傷に影響していることがわかる。

6. まとめ

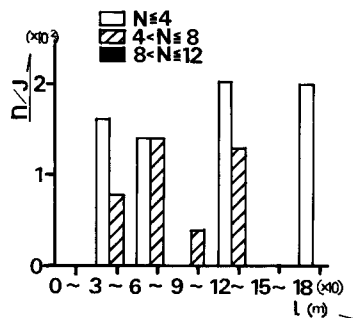
本研究は地震時における地中埋設管の継手部の損傷を調査調査資料より再整理、分析しその実態を把握した上に立って、特に、配水管網と被害分布が比較明確な新潟地震を対象に継手部の損傷を口径、管種、分岐点間距離、継手の変位量との関係を地盤のN値との関連で検討を加えた結果、地震による配水管継手部の損傷は管体部の損傷と同様、地盤のN値と関係することが認められた。

さらに、配水管継手部の損傷に及ぼす要因を量的に検討する為に、地盤のN値と分岐点間距離に關し分散分析を行なった結果、地震による継手部の損傷に及ぼす地盤のN値の寄与率は26~36%で管体部の損傷に及ぼす地盤のN値の寄与率に比して小さいことは注目値する。

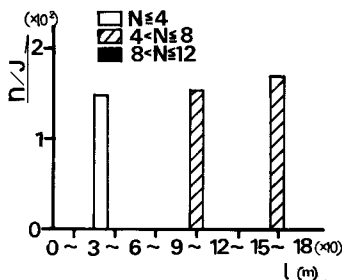
以上は地震時における配水管の管体部及び継手部の個々の損傷に対して、検討を行ってきたが配水管系全体の問題として当然考えなければならない重要な問題であり、今後、これをもとに研究を進める予定である。

<参考文献>

- (1) 土木学会(1927);大正12年関東大地震震災報告,第2巻
- (2) 岩崎宝吉(1933);水道管の震害に対する一考察,水道協会誌,第4号
- (3) 土木学会北陸震災調査特別委員会(1950);福井地震震害調査報告
- (4) 福井県(1948);福井地震調査報告
- (5) 新潟市水道局(1965);新潟地震の水道被害と復旧について
- (6) 日本瓦斯協会(1965);新潟地震と都市ガス



(a) 石線管



(b) 鑄鉄管

図-8 N値・分岐点間距離別の損傷件数

表-1 分散分析結果

		**1%の危険率で有意なことを示す			
口径・管種・水質	要因	変動数(S)	自由度(V)	分散(F)	寄与率(%)
A C P D 10.0 3(N×6(l))	N	3.18	2	1.59	27.25 (26.37)
	L	2.42	5	0.48	7.36
	P	3.50	10	0.35	65.39
	ε	5.92	15	0.39	(73.63)
	T	9.10	17		100.00 (100.00)
A C P TOTAL 3(N×6(l))	N	4.15	2	2.08	33.37 (31.64)
	L	2.97	5	0.59	12.62
	P	3.34	10	0.33	54.01
	ε'	6.31	15	0.42	(68.36)
	T	10.46	17		100.00 (100.00)
ACP+CIP TOTAL 3(N×6(l))	N	2.18	2	1.09	37.70 (35.71)
	L	1.45	5	0.29	14.88
	P	1.41	10	0.14	47.42
	ε'	2.86	15	0.19	(64.29)
	T	5.04	17		100.00 (100.00)