

上水道における地震被害の経年的影響について

京都大学防災研究所 正員 亀田弘行
 京都大学工学部 正員 後藤尚男

京都大学工学部 正員 杉戸真太
 京都大学大学院 学生員 神田仁

1. はじめに 上水道埋設管が地震被害をうけた場合に、細かな破損箇所が発見、修理されるまでには相当の期間を要するであろうことが予想され、総合的な地震被害の評価にあたっては、この「震害の経年的影響」の程度を把握することが重要となってくる。本研究はこのような観点から、地震被害をうけた5都市の上水道システム（人口0.66万人～1800万人）について、その経年的影響に着目して調査を行い、震害の経年的影響について比較、考察を行ったものである。

2. 地震被害の経年的影響の特徴の例

①能代市 1983年日本海中部地震の前後における能代市の給水実績¹⁾を図1に示す。同市では、広範囲にわたって砂地盤の液状化が発生し、埋設管が大きな被害をうけた。有効水量は、地震発生後断水のため減少したが、その後、すぐに元の季節変動をとり戻している。しかし、漏水とみなせる無効水量に着目すると、6,7月に激増した水量は、季節変動を示しながら地震後およそ2年を要して、地震以前のレベルに戻っていることが分かる。これらは、地震時の損傷により誘発された漏水と考えられる。

②メキシコ市 1985年メキシコ地震については、十分なデータが得られていないが、水源の井戸からの取水流量の月毎の推移を図2に

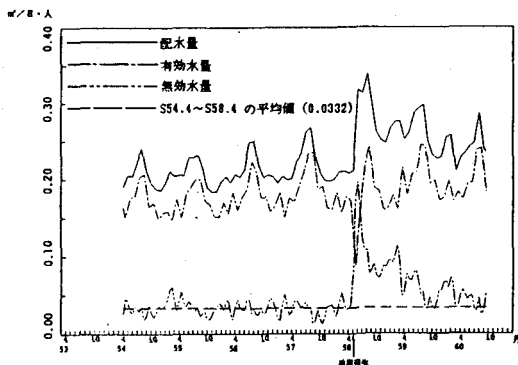


図1 能代市 配水量・有効水量・無効水量（1人当たり月平均1日量）¹⁾

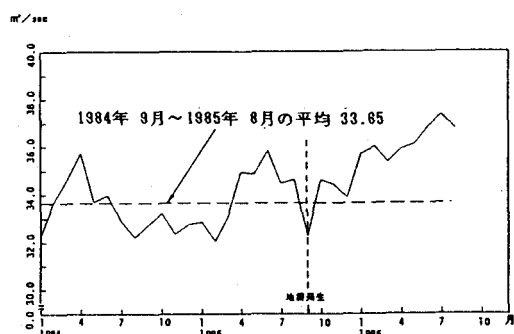


図2 メキシコ市における取水流量の推移²⁾

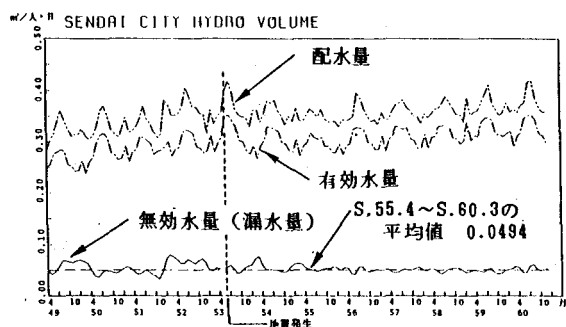


図3 仙台市 配水量・有効水量・無効水量（1人当たり月平均1日量）

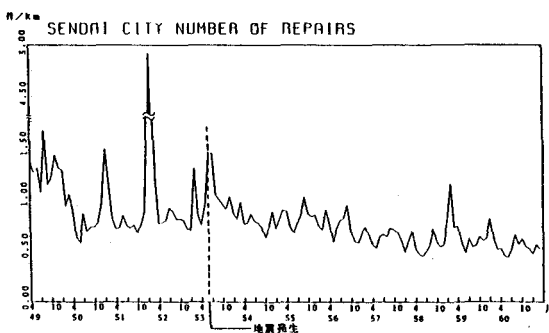


図4 仙台市 配水管の単位長さ当りの配水管・給水装置工事件数

表1 水道管路の地震被害の特徴

	龍 代	男 鹿	仙 台	Coalinga, Calif. 2)	Mexico City
① 対象地震	1983日本海中部地震 (1983.5.26) $M_s = 7.7$	同左	1978年宮城県沖地震 (1978.6.12) $M_s = 7.4$	1983 Coalinga地震 (1983.5.2.) $M_s = 6.5$	1985 Mexico地震 (1985.9.19) $M_s = 8.1$
② 給水人口	4.8 万人	2.8 万人	62.4 万人	0.66 万人	約1,800 万人
③ 地震直前の使用水量	$1.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{日}$ (配水量) ($0.21 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$)	$0.68 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{日}$ (配水量) ($0.24 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$)	$21.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{日}$ (配水量) ($0.36 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$)	---	約 $300 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{日}$ (配水量) ($0.17 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$)
④ 配水管延長	145 km	173 km	1,144 km	42.8 km	約 12,500 km
⑤ 管種比率	ACP 48% PVC 28% CIP 5% DCIP 16% SP 1% PP 2%	ACP 56% PVC 29% CIP 6% DCIP 6% SP 3%	ACP 4% PVC 28% CIP 62% DCIP 6% SP 6%	ACP 48% PVC 1% CIP 32% WIP 12% RC 7%	ACP 96% RC 4% PC 1%
⑥ 配水管破壊数 (地震直後に 修理されたもの)	461 (3.2 件/km)	108 (0.62 件/km)	215(253) (0.19 (0.23) 件/km)	約 130 (推定) (3.1 件/km)	約 7,400 (0.59 件/km)
⑦ 地盤変状・破壊の特徴	広い範囲で液状化	局部的液状化	宅地地の陥没・移動	---	数種地盤の沈下・大変形
⑧ 復旧期間	19日間	6日間	8日間	---	40日間
⑨ 管路修理件数の 復旧所要期間	1 年	1 年	約10ヶ月	2 年	---
⑩ 漏水の復旧所要期間	2 年	2 年	顕著な影響なし	---	1年以上

*漏水調査により発見されたものを含む。

示した。雨季，乾季により季節変動をしていた流量が地震後上昇し続けている様子が分かり，1986年 8月の時点でも地震の影響が残っていることをうかがわせる。

③仙台市 1978年宮城県沖地震による仙台市の被害調査結果を図3，4に示す。図3は地震前後数年間の給水実績であるが，地震直後の漏水量でさえ，とび抜けて多いということではなく，経年的影響もほとんど見られないようである。図4には，修理件数の推移を示したが，こちらには地震の影響が表れており，地震発生後ピークを迎えた件数は翌年の4月頃までおよそ10ヶ月を要して，下降している。

3，5つの都市における水道被害の比較 調査の対象とした5つの都市の地震被害の特徴を表1に示した。⑥の破壊箇所数と破壊率を見ると，様々な規模を持つこれらのシステムも，破壊率によれば同一レベルで比較が行える。そして，広い範囲で液状化が起こった龍代や，石綿管の比率の高い男鹿，Coalinga，メキシコでは破壊率が高くなっているなど，⑤の管種比率や⑦の地盤変状が破壊率と密接に関連していることが分かる。また，震害の経年的影響は，これら全ての都市で数箇月～2年間にわたり現れていることが分かった。仙台市の被害が，これらの中で最も軽かった原因は，より耐震性の高い管を使用していたことに加え，地震後の漏水調査など復旧体制も整っていたことが挙げられよう。

4，まとめ 以上の調査から，埋設管の地震被害には経年的影響が現れてくることが明らかになった。これを基に，有用な震害の評価法，復旧戦略を講じることが今後の課題である。最後に，資料収集にあたってお世話下さった仙台市水道局の関係各位に感謝の意を表します。

1) 亀田弘行・杉戸真太・安達徹：水道埋設管の震害の経年的影響，第5回自然災害科学会，昭・61・10，pp69～70

2) J. Isenberg, "Post-Earthquake Performance of Pipelines in Coalinga," Feb. 1986