

# 1994年三陸はるか沖地震時の配水管被害 と液状化危険度の関係

八戸工業大学 学生会員 ○中山裕貴  
八戸工業大学 学生会員 佐藤雄太  
八戸工業大学 正会員 鈴木久美子  
八戸工業大学 正会員 金子賢治  
八戸工業大学 フェロー会員 熊谷浩二

## 1. はじめに

「Kumijiban」に代表されるように、全国各地で地盤情報データベースの構築や公開が進められている。八戸地域では平成20年度からWeb-GISを用いた地盤情報データベースの構築に着手しており<sup>1)</sup>、それを利用した1994年三陸はるか沖地震時の被害と地盤の関係の再分析を実施している<sup>2)</sup>。配水管の被害状況については、地震直後の報告書では地盤が比較的良好な場所で被害が大きいとの報告があるが、昨年度行った再分析の結果、配水管埋設付近の地盤が軟弱な場所で被害が多いことが確認された<sup>3)</sup>。これは、地盤情報データベースが構築されることによって多くの地盤情報が容易に得られるためと考えられる。しかし、アンケート震度などの結果と比較すると必ずしも揺れ（地表面の加速度）が大きい場所で被害が多いわけでもなく、配水管は連続的な地中構造物であることから、液状化等による大きい地盤の変形により破壊するものと推測される。したがって、本研究では、八戸地域時板情報DBを利用して八戸地域の液状化危険度を算出し、配水管被害との関係について分析を行う。

## 2. 1994年三陸はるか沖地震の概要

1994年12月28日21時19分、青森県八戸市の東方沖約150Kmの海底下を震源とするマグニチュード7.5の地震が発生した。人的被害は死者が3名、負傷者が784名にのぼり、物的被害も住宅被害が全壊48棟、半壊378棟、一部損壊5,803棟の計6,229棟に達した。三陸はるか沖地震に伴い、八戸市全域で折損や離脱、弛緩、亀裂といった配水管被害が発生した。図-1では、被害のあった配水管の位置を地図上に敷設年度と共に示している。昭和20年代に敷設された水道管だけでなく、昭和60年代以降に敷設された水道管も被害に遭っていることから、被害に遭った理由が敷設年度の古さだけではないことが分かる。また、口径

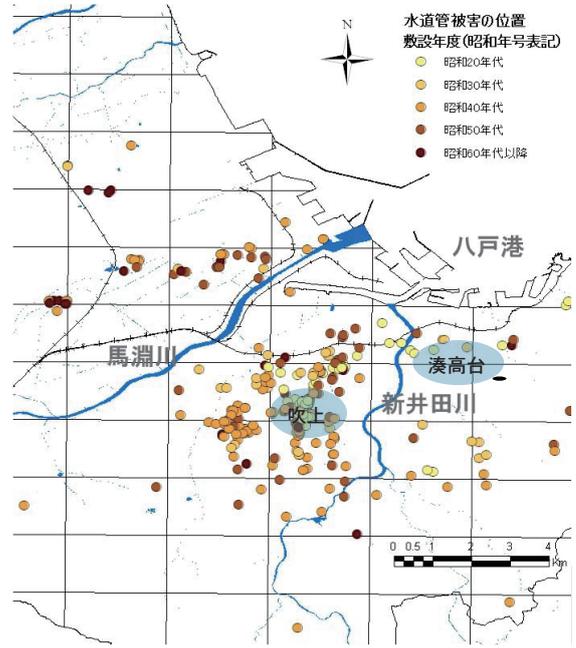


図-1 配水管被害

や材質等についても調査を行ったが、特別な特徴は見られていない。

## 3. 液状化指数の計算の概要

本研究での液状化指数の算出は平成8年の道路橋示方書<sup>4)</sup>に基づいて行った。液状化危険度の判定には、液状化の流動力の計算で液状化指数  $P_L$  が用いられており、 $P_L$  値は以下の式により算出する。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) \times W_z dz \quad (1)$$

ここで、 $F_L$  値は各土層の動的せん断強度比  $R$  と地震時せん断応力比  $L$  により、

$$F_L = R/L \quad (2)$$

と表される。ただし、 $F_L \geq 1$  の場合は  $F_L = 1$  とする。また、 $W(z)$  は各層の深さによる重み係数であり、次式で表される。

$$W(z) = 10 - 0.5z \quad (3)$$

ここで、 $z$ は深さ方向の座標である。

本研究においては、八戸地域の地盤情報データベースに集積されているボーリング柱状図を用いて計算を行った。ここでは、文献3)においても配水管被害多かった地区としてあげられている吹上地区と吹上地区と世帯数が同程度で配水管被害が少なかった湊高台地区を対象とした。

三陸はるか沖地震は海溝型地震であったため、動的せん断応力比  $R$  を求める際の地震動特性による補正係数は1.0とした。計算に必要な土質定数については、本来、データベースの土質試験一覧票を参照して定めるべきであるが、現状の八戸地域地盤情報DBは土質試験データがほとんどないため、道路橋示方書・同解説の概略値を用いた<sup>4)</sup>。ただし、八戸地域特有のロームや火山灰土については、八戸工業大学に蓄積されている資料を確認して決定した。また、ボーリングデータが古い場所については地下水位が不明な箇所がいくつかあった。それらについては、周辺のボーリングデータを参照し平均的な値を使用した。

#### 4. 液状化指数と配水管被害の関係

図-2は横軸に液状化指数  $P_L$  値、計算を行ったボーリングデータの頻度を示したものである。また、表-1に  $P_L$  値に対する液状化判定の概要<sup>4)</sup>を示す。 $P_L$ が小さい程一般的には液状化の危険度が小さいことを表しているが、同図より、配水管被害の少ない湊高台地区は全般的に  $P_L$  値が低く、配水管被害の多い吹上地区は  $P_L$  値が高いことが分かる。湊高台の液状化危険度が低い要因としては、ロームなどの非液状化層が多く堆積していることや、地下水位が低いためであると考えられる。しかし、八戸地域のロームは軟弱であるという意識が強く、湊高台地区は実際にアンケート震度では大きな値が現れている。このことから、配水管のような連続的な地中構造物については、地震時の加速度による大きな力では無く、液状化のように地盤の変位が大きく現れる地域で被害が大きくなる可能性が考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、今後の地震防災に役立てることを目的として、1994年三陸はるか沖地震により発生した配水管被害と液状化危険度の関係について検討を行った。その結果、被害の多かった吹上地区で液状化の危険度が高いことが確認できた。逆に、アンケート震度では

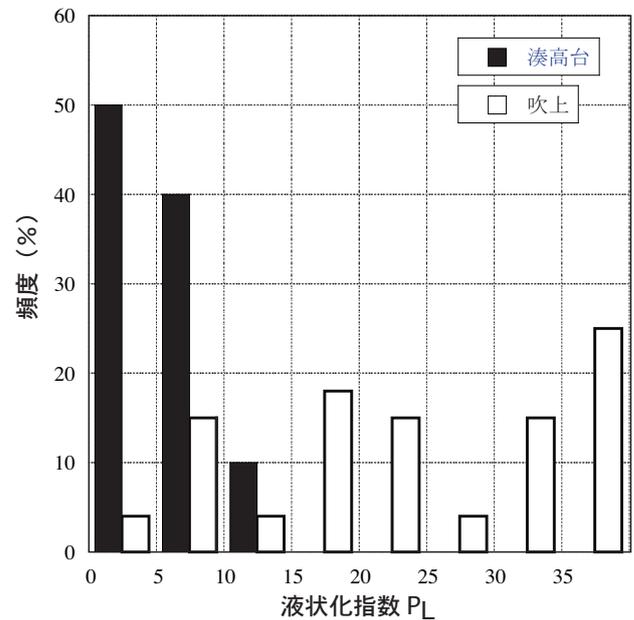


図-2 液状化判定結果

表-1  $P_L$  による液状化の判定

$P_L$	液状化の判定
0	液状化危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は一般に不要
$0 < P_L \leq 5$	液状化危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要
$5 < P_L \leq 15$	液状化危険度が高い。重要な構造物に対して、調査が必要。液状化対策が一般に必要
$15 < P$	液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

大きな値を示していたが配水管の被害が少ない湊高台では、液状化危険度が小さいという結果となった。配水管等については、地震時の加速度ではなく、大きな変位により破損する可能性があることがわかった。今後、その他の地区についても同様の検討を行うと共に、液状化以外の要因で地震時に変位が生じる地域の検討も実施したい。

**謝辞：**本研究は「文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 LCA を考慮した北東北における地域防災と維持管理に関する研究」の一環として行われました。付記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 佐藤雄太ほか：八戸地域におけるボーリングデータからの地盤情報データベースの作成，土木学会東北支部技術研究発表会（平成21年度），III-19. 2010.
- 2) 吉田 葵ほか：1994年三陸はるか沖地震時の水道管被害における地盤特性の検討，土木学会東北支部技術研究発表会（平成21年度），III-17. 2010.
- 3) 福土憲一ほか：三陸はるか沖地震による排水管被害の解析，水道協会雑誌，Vol.65, No.10, pp. 2-14, 1996.
- 4) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，平成14年3月。