

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.13 (1981) No.1

---

Seismic Risk Analysis of Lifeline Pipes

(Takeshi Koike)

---

:

Los Angeles

Monte Carlo Simulation

---

Synopsis :

A new type of risk analysis methodology is developed for underground lifeline systems in order to estimate their unserviceability under seismic environments. Inability of water service is discussed from the view point of fire-fighting, because the availability of water at all locations immediately after the earthquake is one of the significant serviceability conditions. In an example analysis, Monte Carlo simulation technique is adopted to predict the amount of seismic damages in the modified version of the water transmission network system in the City of Los Angeles.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

Seismic Risk Analysis of Lifeline Pipes

小池 武\*  
Takeshi Koike

Synopsis:

A new type of risk analysis methodology is developed for underground lifeline systems in order to estimate their unserviceability under seismic environments.

... of the ... because the availability of water at ...

る断層のモデル化、次に地盤のモデル化、そして 破壊 (System Serviceability Failure) と呼ぶ

震の発生や埋設パイプラインの破壊現象の不規則性、不確実性の取扱い方について検討を加える。

数値計算例として Los Angeles 市内の水道パイプラインネットワークシステムを採用し、その



Table 1 Fault location

No.	Faults	$D_0$ (km)	$\psi$ radian	$l_1$ (km)	$l_2$ (km)	$H$ (km)	$\alpha'$ and $\beta'$
-----	--------	---------------	------------------	---------------	---------------	-------------	------------------------

1.

約  $1.0 \times 10^8$  (cf/cm<sup>3</sup>) に維持されている

Table 2 Comparison factors for straight pipe heat pipe and

tee-junction		
Structure	No slippage $\gamma_r > \gamma_0$	Slippage $\gamma_r \leq \gamma_0$

少の状態

でもない状態。

る状態  
手出し・空合に等価破断)の状態

消火活動に必要な最低必要圧力  
または最低必要流量の少なくて

このように二つの相俣状態を若きおす管の限

まいずれか一方の条件を満足し



各リンクの損傷状態に対する破壊確率が求まる いる。すなわち、  
と、システムの連結性破壊確率を計算する準備が

(1: 損傷ネットワーク  $\pi(L)$ )

よる管網解析を実施した。

く 200m に設定した。さらに、Hazen-Williams 式  
中の流速係数はすべてのリンクで等しく 100.0 と

管径  $D = 1524\text{mm}$ 、板厚  $t = 16\text{mm}$ 、(8)、(10)  
式の右辺係数  $a = a^* = 1.0$  を採用した。

(2) 地盤に関するパラメータ

地盤は 2 層地盤を仮定し、表層地盤の層厚を  
 $H = 30\text{m}$  とした。Fig. 1 で示した A, B, C の地盤

消火栓が市域内に等密度で分布しているものと  
して、各ノードにおける消火活動に最低必要な限  
界流量を  $Q_{cr} = 0.63\text{m}^3/\text{s}$ 、このときの各ノードで  
の最低必要水頭を  $H_{cr} = 15.0\text{m}$  と設定した。また、  
機能破壊の中・小損傷領域を区分するパラメータ

集計しているデータを参考にした。一方、解析的に

$\bar{\eta}_m$  (注:  $\bar{\eta}_m = \bar{\eta} - \bar{\eta}_l$ ) の影響が支配的で、一方

$$\sum_{l=1}^{18} \sum_{i=1}^{NL} P[\epsilon_s > 0.7\epsilon_i | m, l, z_{ij}]$$

卓越してくるのがわかる。また、丸印で示される  
実被害データは解析結果よりもやや小さな値を示

$$\sum_{l=1}^{18} \sum_{i=1}^{NL} P[\epsilon_s > \epsilon_i | m, l, z_{ij}]$$

もいずれも地域的にかなり大きなばらつきを示し  
ているが、これは前者の定量的比較の精度にはより良

討されおぼならない地区といえよう。

を分割し、システムの基本要素として、

San Fernando 地震を対象にした解析結果は実際

### 5 結 論

の被害状況を比較的良好に再現しており、本解析

本研究は都市内埋設ライフラインネットワークシステムの機能性能に対する耐震性を評価する目的で、危険度解析の手法を提唱したものである。

モデルの有効性が確認された。

(3) 地震時の機能損傷および連結性能破壊の両方が同時に発生しやすい地区は供給基地から最遠の地区に集まる地区であり、供給基地に近い地区は

地震時防災の観点からは地震直後の火災に対する消火活動を保証することが重要であるが、この活動を支える水道ネットワークシステムの地震時の給水性能について危険度解析手法を開発した。

震対策をとるべき地区の選定に有用な判断資料を与えることになろう。

以上の研究を通して得られた各種の情報は、今後ライフラインシステムの耐震設計法を改善して