

(2) 下水道の被害予測

下水道の場合は、上水道と違って圧力をかけて送り出すのではなく、流れてくる汚水などを処理する施設であるため、地震時に被害が顕在化しにくい。しかし、マンホールが浮き上がるなどの液状化により被害が多いのが特徴である。1978年の宮城県沖地震では、下水道管きよの被害は約2,000箇所であった。また、兵庫県南部地震では汚水管路の被害は約16,000箇所であり、復旧には約4.5ヶ月を要した¹。

宮城県内の下水道整備状況は、都市部など人口密集地に整備が進められているが、まだ未整備の市区町村も残されている。

ここでは、下水の埋設管路に限定して被害予測を行うこととし、以下に被害想定の手法と結果として 被害箇所数、 復旧日数を示す。

1) 被害予測

本調査では、管路を対象に過去の地震被害分析から求めた地震動と被害率の関係式(久保・片山、1978)を用いて標準被害率を計算し、各種補正係数により被害を算定する。

$$R_s = C_g \cdot C_l \cdot C_p \cdot C_d \cdot R_{sw} \dots\dots\dots (4)$$

$$R_{sw} = \begin{cases} 1.7 \cdot A_{max}^{6.1} \cdot 10^{-16} & (A_{max} < 431cm/s^2) \\ 2.0 & (A_{max} \geq 431cm/s^2) \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

ここで、

R_s : 下水道管の被害率 (箇所/km)

R_{sw} : 標準被害率 (箇所/km)

C_g : 地盤補正係数

C_l : 埋設工法係数

C_p : 管種補正係数

C_d : 管径補正係数

A_{max} : 地表面最大加速度 (cm/s²)

式(4)(5)で使用する地盤補正係数 C_g 、埋設工法係数 C_l 、管種補正係数 C_p 、管径補正係数 C_d は表4-4-9から表4-4-12に示す通りである。図4-4-4には地表面最大加速度と管種別の被害率の関係を示す。

表4-4-13に想定結果、図4-4-5に各市区町村の集計値をメッシュ配分²した下水道延長分布と被害分布を示す。

¹ 東京都(1997)：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書

² 仙台市はデジタル化されたラインデータよりメッシュ配分を行った。他の市町村では、施設合計数をメッシュごとの建物棟数をもとに比例配分した

表 4-4-9 地盤補正係数 C_g

地盤種別	C_g
山地、丘陵地、段丘平坦地	0.4
沖積平野、旧河道、谷底平地、扇状地、崖、自然堤防	1.0
軟弱地盤、後背湿地、浜堤	2.0
平地部造成地、山地部造成地	2.0
液状化地盤 ($5 < PL \leq 20$)	2.9
液状化地盤 ($20 < PL$)	4.7

表 4-4-10 埋設工法係数 C_l^3

埋設工法	C_l
開削	1.0
推進・シールド	0.1

表 4-4-11 管種補正係数 C_p^4

管種	C_p
ヒューム管	2.0
無筋コンクリート管	6.0
陶管	2.0
塩化ビニル管	1.5
鋳鉄管	1.0
鋼管	2.0
プラスチック管	1.0
ボックスカルバート	0.2

表 4-4-12 管径補正係数 C_d

管径	C_d
150mm 未満	1.2
150 ~ 400mm	0.6
400 ~ 1000mm	0.4
1100 ~ 2000mm	0.2
2000 ~ 4000mm	0.1
4000mm 以上	0.05

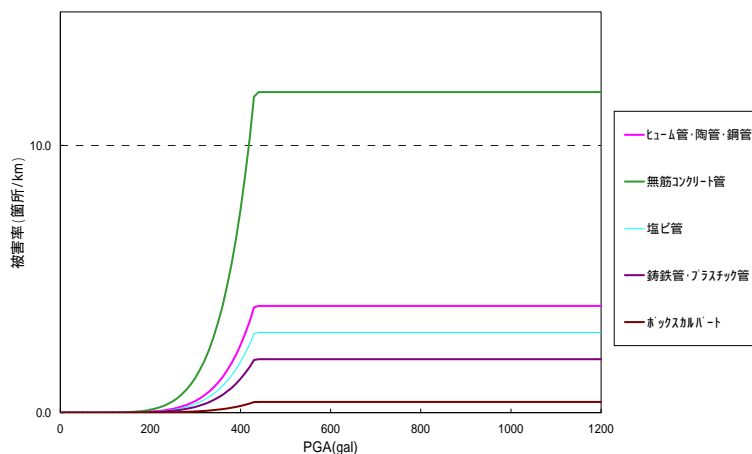


図 4-4-4 地表面最大加速度 PGA (gal) と管種別下水管の被害率(箇所/km)の関係
仙台市 (2002)

³ 今回収集した下水道施設データからは、埋設工法の種別が不明であり、埋設工法係数 (C_l) は開削の値を採用して分析した。

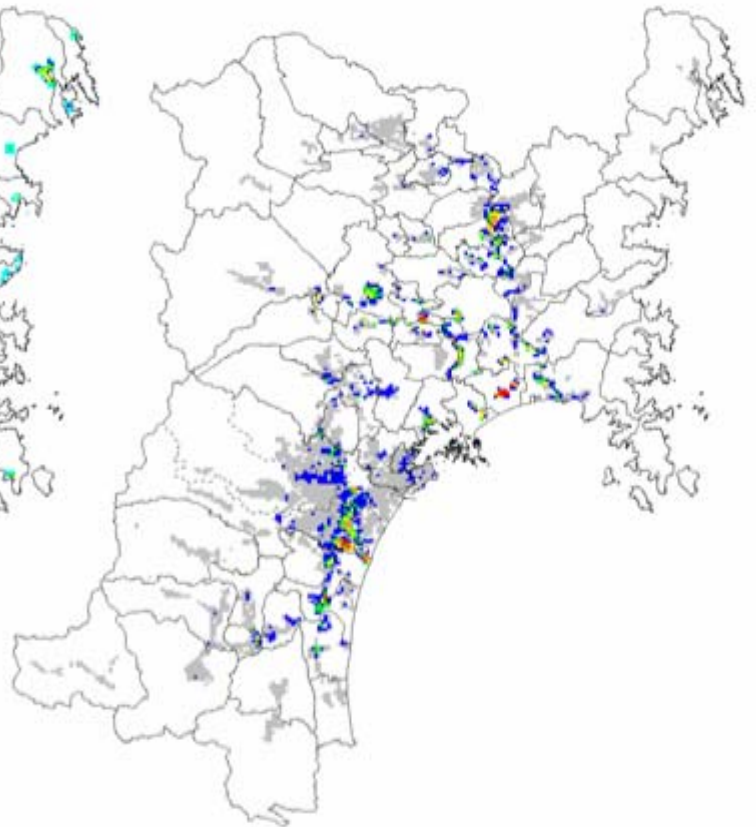
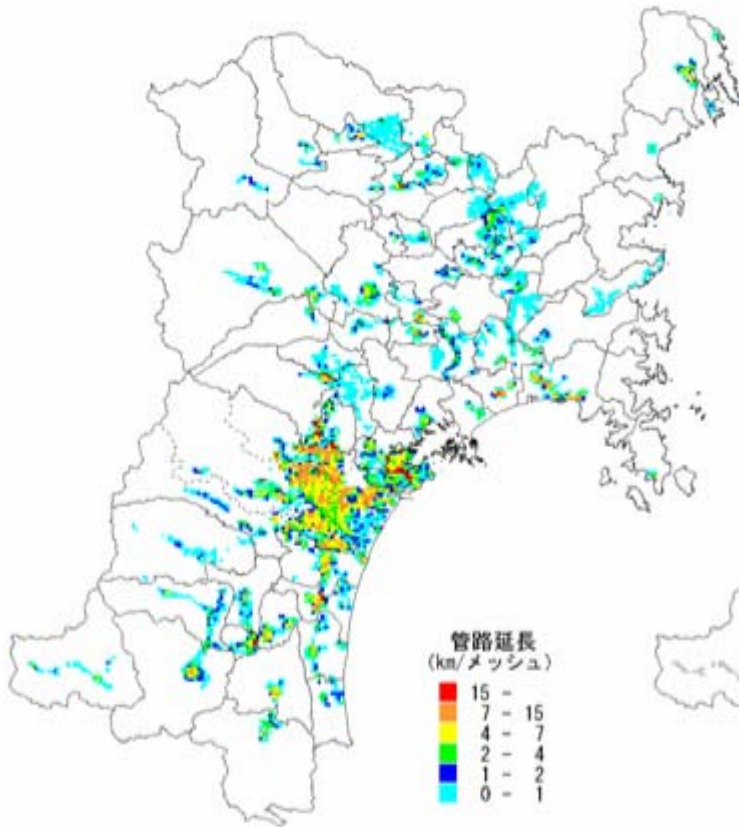
⁴ 今回収集した下水道施設データで、管種や管径が不明なものに関しては、仙台市を除いた全県での平均値を採用して分析した。

表 4-4-13 下水道の被害想定結果

現況 (km)	宮城県沖地震(単独)		宮城県沖地震(連動)		長町-利府線断層帯	
	被害数 (箇所)	被害率 (箇所/km)	被害数 (箇所)	被害率 (箇所/km)	被害数 (箇所)	被害率 (箇所/km)
8,201	6,769	0.83	9,262	1.13	10,207	1.24

下水道管現況分布

宮城県沖地震（単独）



宮城県沖地震（連動）

長町 - 利府線断層帯

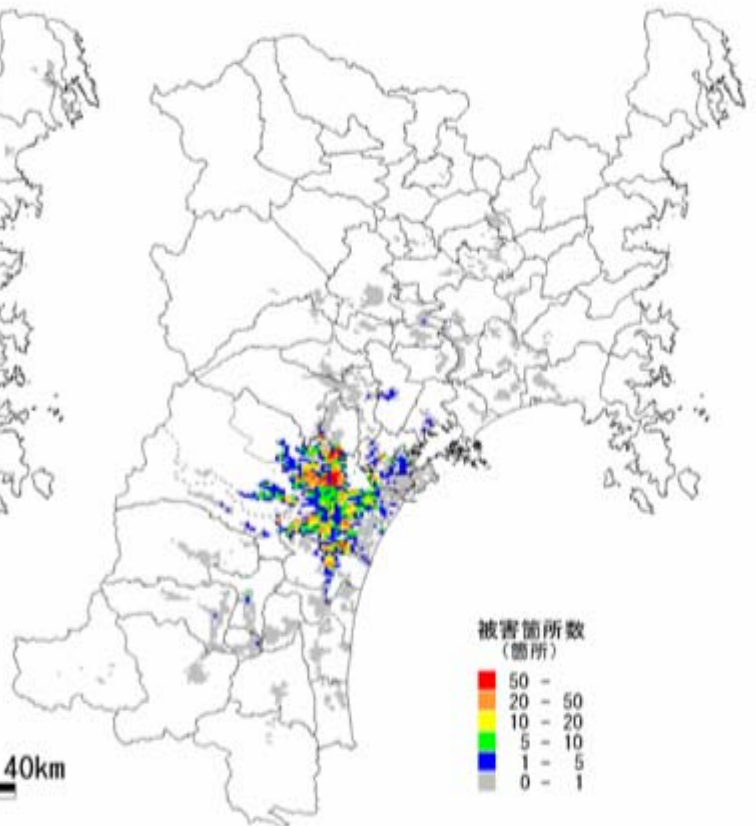
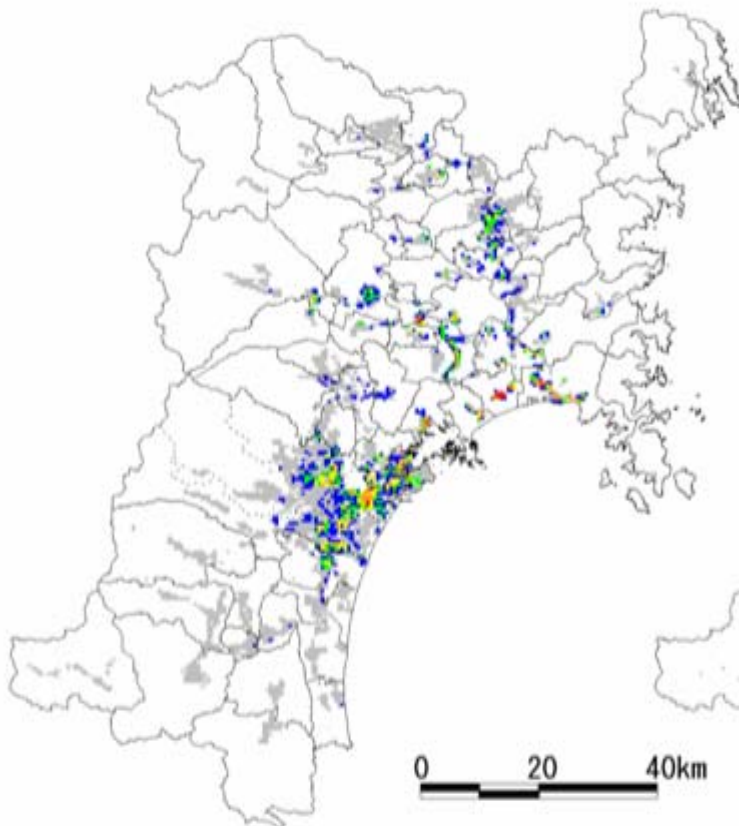


図 4-4-5 下水道現況と被害分布

2) 復旧日数

1995年兵庫県南部地震と日本海中部地震における下水道の被害、及び復旧実績を参考として、応急復旧に要する日数を予測する(表4-4-14、表4-4-15)。

表 4-4-14 兵庫県南部地震における神戸市の下水道被害と復旧実績

管路延長	汚水管路	3,315km
	雨水管路	484km
被害箇所数	汚水管路	16,086 箇所
	雨水管路(幹線)	6.3km
	雨水管路(枝線)	48.5km
応急復旧日数	汚水枝線	4.5 ヶ月
	雨水幹線	4.5 ヶ月

仙台市(2002)

表 4-4-15 日本海中部地震における下水道被害と復旧実績

	管路延長	被害箇所数	応急復旧日数
秋田市	282km	914 箇所(目地ずれ・破損)	6 日
能代市	59km	1,446 箇所(目地ずれ・破損)	14 日

仙台市(2002)

兵庫県南部地震における神戸市の汚水管被害率は4.85箇所/kmであり、約4.5ヶ月を要して幹線の応急復旧がなされた。

今回検討の3地震については、その被害率から応急復旧日数を想定した。結果を表4-4-16に示す。(なお、下水管延長比は宮城県/神戸市=7,721km/3,315km=233%であり、この延長比により復旧日数も比例して大きくなると仮定した。)

$$\text{復旧日数} = 4.5 \text{ ヶ月} \times (\text{想定被害率 (箇所/km)} / 4.85 \text{ (箇所/km)}) \times 233\% \dots\dots (6)$$

表 4-4-16 想定復旧日数

	宮城県沖地震(単独)	宮城県沖地震(連動)	長町-利府線断層帯
(ヶ月)	1.8	2.4	2.7