

東日本大震災における下水道施設被害の総括

－委員会資料(案)－

1. 下水道施設被害の特徴	1
1.1 地震、津波及び液状化の概況	1
1.1.1 地震	1
1.1.2 津波	9
1.1.3 液状化	15
1.2 下水道施設の被害	18
1.2.1 管路	18
1.2.2 処理場	19
1.2.3 ポンプ場	20
2. アンケート調査結果	21
2.1 特徴的な被害要因の整理	22
2.2 液状化による管路施設被害	25
2.2.1 液状化による被害概況	25
2.2.2 周辺地盤の液状化による被害	28
2.2.3 埋め戻し部の液状化による被害	30
2.3 津波の衝撃及び津波浸水による被害	34
2.3.1 処理場・ポンプ場	34
2.3.2 管路（参考）	39
3. 被害傾向分析と対策方針	41
3.1 被害傾向分析の対象及び考え方	41
3.1.1 管路の液状化被害	41
3.1.2 処理場・ポンプ場の津波衝撃・津波浸水被害	42
3.2 被害傾向分析結果と対策方針	44
3.2.1 管路の液状化被害（周辺地盤の液状化）	44
3.2.2 処理場・ポンプ場の津波衝撃・津波浸水被害	55
4. その他の被害	90
4.1 造成盛土地域での被害	90
4.1.1 被害の概要	90
4.1.2 盛土造成地での対策方針	90
4.2 地盤沈降による被害	95

4.2.1 地盤沈降の概況.....	95
4.2.2 地盤沈降による下水道の被害.....	98
5. 被害総括と対策方針の整理.....	99
5.1 液状化による管路施設被害.....	99
5.1.1 被害総括.....	99
5.1.2 対策方針の整理.....	99
5.2 処理場・ポンプ場の津波衝撃・津波浸水被害.....	100
5.2.1 被害総括.....	100
5.2.2 対策方針の整理.....	100

1. 下水道施設被害の特徴

1.1 地震、津波及び液状化の概況

1.1.1 地震

平成23年3月11日14時46分頃、三陸沖を震源（深さ約24km）とするマグニチュード9.0の国内観測史上最大規模となる地震が発生した。

最大震度は宮城県栗原市で記録された7であり、最大加速度は栗原市築館において観測された2,933galである。

この地震は断層面が水平に対して10度と傾きが浅く、西北西-東南東方向に圧縮される、低角逆断層（衝上断層）型のずれであり、水平方向の変位量が多い、海溝型地震である。

また、この地震は、単一ではなく、3つの地震動が連動した連動型地震であり、破壊断層が、南北に400km、東西に200kmの広範囲で、岩手県沖から茨城県沖までの広範囲に及んだ。表1-1に地震の震源及び規模等を示す。また、図1-1に震度分布図を表1-2に過去の大規模地震と今回の地震の規模等の比較を示す。

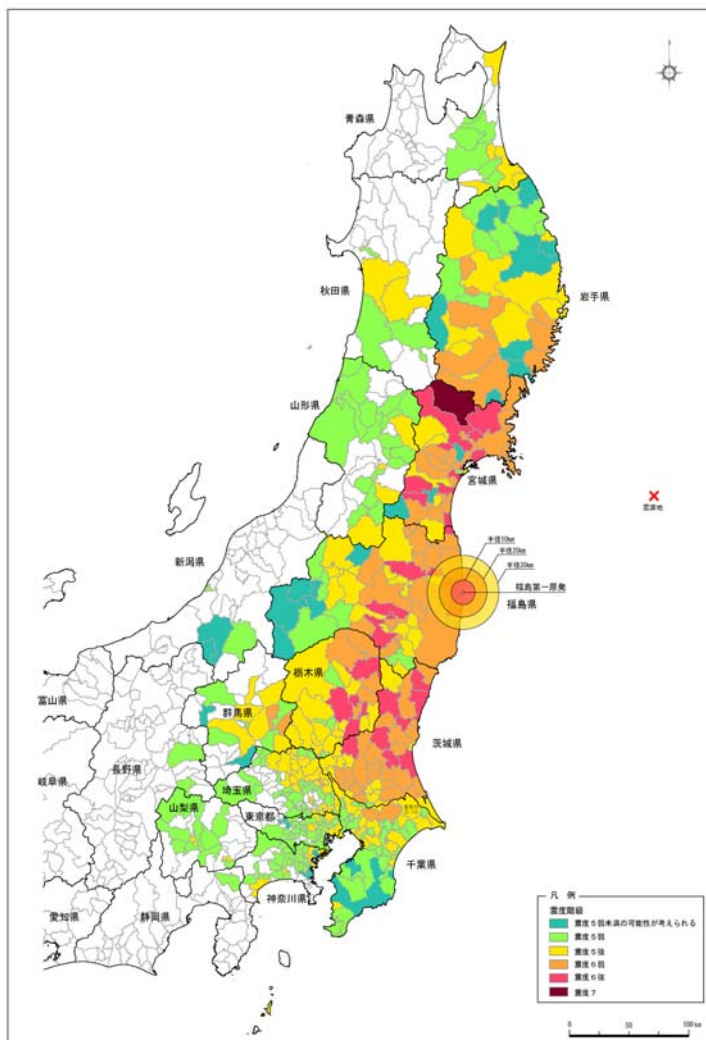


図 1-1 本震による震度分布図

表1-1 地震の震源及び規模等

地震発生日時	平成23年3月11日14時46分
震源位置	北緯38度06.2分 東経142度51.6分 深さ24km
地震規模	モーメントマグニチュード (Mw) 9.0
最大震度	震度7 (宮城県栗原市築館)
発生機構	西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型 (CMT解)

表1-2 過去の大規模地震と今回の地震の規模等の比較※1

地震名	発生日	マグニチュード	震源深さ	最大震度※2	最大加速度	地震範囲 (震度≥1)
関東地震	1923.9.1	M=7.9	相模湾 海底	VI(烈震)	—	—
新潟地震	1964.6.16	M=7.5 ±0.2	約 40km	V(強震)	約 190gal (新潟市内地下)	26 都道府県
宮城県沖地震	1978.6.12	M=7.4	約 30km	V(強震)	約 320gal (仙台市内軟弱地盤)	25 都道府県
釧路沖地震	1993.1.15	M=7.5	約 100km	VI(烈震)	約 920gal (釧路地方気象台)	19 都道府県
兵庫県南部 地震	1995.1.17	M=7.3	約 14km	VII(激震)	818gal (神戸海洋気象台)	40 都道府県
新潟県中越 地震	2004.10.23	M=6.8	約 13km	VII(激震) 震度 7	1722gal (新潟県川口町川口)	29 都道府県
能登半島 地震	2007.3.25	M=6.9	約 11km	震度 6 強	1304gal (輪島市門前町走出(旧))	37 都道府県
新潟県中越沖 地震	2007.7.16	M=6.8	約 17km	震度 6 強	1019gal (柏崎市西山町池浦)	30 都道府県
岩手・宮城内陸 地震	2008.6.14	M=7.2	約 8km	震度 6 強	4022gal (一関市巖美町祭時)※3	20 都道府県
東北地方太平 洋沖地震	2011.3.11	M=9.0	約 24km	震度 7	2933gal (栗原市築館)※3	45 都道府県

※1 上表は、「下水道地震対策技術検討委員会報告書（平成 20 年 10 月、下水道地震対策技術検討委員会）」に記載の表に、岩手・宮城内陸地震と東北地方太平洋沖地震を追記したものである。

※2 1996 年 4 月より震度階の表記方法が変わったため、能登半島地震以降の地震については新しい表記方法とした。なお、新潟県中越地震に関しては旧表記震度も判明しているため、両方を併記した。

※3 防災科学技術研究所の調べ

地震動に関し、兵庫県南部地震の地震動（JR 鷹取駅）と東日本大震災で最大加速度を記録した栗原市築館の地震動を比較したものを図 1-2 に示す。兵庫県南部地震の地震動（JR 鷹取駅）が約 50 秒の継続時間であるのに対し、東日本大震災で最大加速度を記録した栗原市築館の地震動は約 200 秒以上の継続時間となっている。

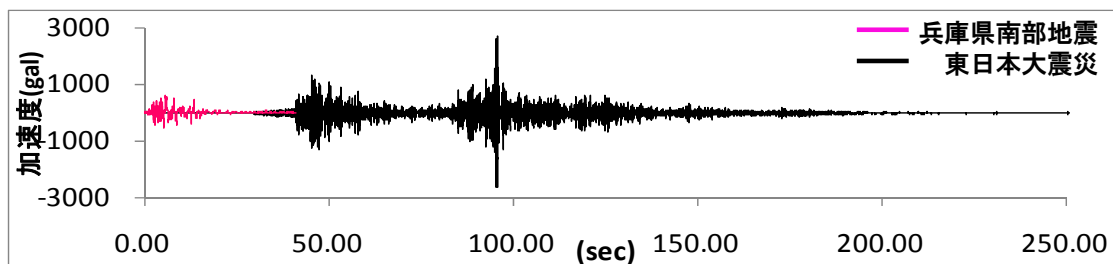
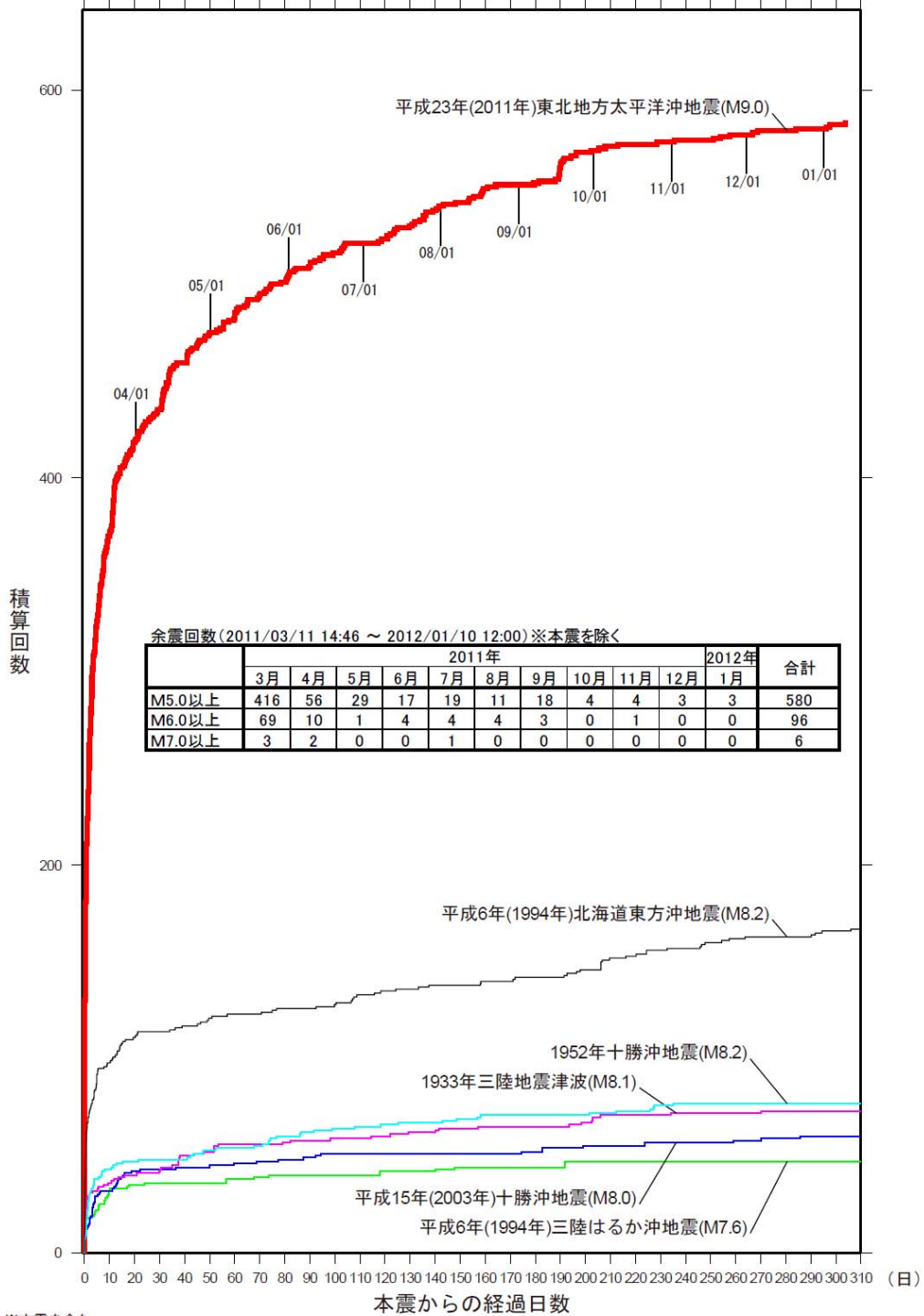


図 1-2 地震波形の比較

また、余震の発生回数について、本震発生後から立て続けに M7.0 以上の強い余震が 6 回、M6.0 以上が 96 回、M5.0 以上が 580 回発生した（気象庁発表 1 月 10 日 12 時現在）。図 1-3 に過去の地震との余震回数の比較図を示す。過去の地震と比較しても、今回の地震における余震回数が群を抜いて多いことが分かる。

海域で発生した主な地震の余震回数比較（※本震を含む）
（マグニチュード5.0以上）

2012年01月10日12時00分現在



※本震を含む。
※この資料は速報値であり、後日の調査で変更することがあります。

気象庁作成

図1-3 余震の発生回数比較（気象庁ホームページより）

また、各市町村における計測した震度の最大値を把握するため、表 1-3 に示す本震及び余震について、市町村別の地震規模（計測震度、最大加速度、最大速度）を整理したものを表 1-4 に示す。余震の発生位置と規模により、本震と同程度以上の地震規模となった市町村もある。特に、余震 1 は本震とは遠く茨城県沖が震源地となっており、茨城県神栖市や千葉県銚子市・香取市などでは本震と同規模以上であった可能性が考えられる。

表 1-3 本震及び大規模余震

地震名	発生日時	震源地	最大震度	マグニチュード	選定理由
本震	2011年3月11日 14時46分	三陸沖	震度7	M=9.0	最大規模の地震であるため
余震1	2011年3月11日 15時15分	茨城県沖	震度6弱	M=7.6	関東地方の液状化要因として考えられるため
余震2	2011年4月7日 23時32分	宮城県沖	震度6強	M=7.2	最大規模の余震であるため
余震3	2011年4月11日 17時16分	福島県 浜通り	震度6弱	M=7.0	余震により被害が生じたため

※ 余震は、最大規模のもの（余震2）と、下水道施設の被害に影響したとされるもの（余震1及び余震3）を対象とした。

※ 上記以外の余震（3月：1回、7月：1回 計2回）は、最大震度は5以下と小さいため対象外とした。

なお、表 1-4 に示した計測震度、最大加速度、最大速度は、産業技術総合研究所が公開している「地震動マップ即時推定システム（Qui Quake : Quick estimation system for earthQuake map triggered by observed records）」に基づいて求めたものである。同システムは、防災科学技術研究所が公開する地震観測記録を基に、全国の計測震度、加速度分布、速度分布を 250m メッシュで推定するシステムである。

表 1-4(1) 計測震度の推定結果

都道府県名	行政区名	計測震度			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
青森県	おいらせ町	5.02	2.68	4.28	2.94
岩手県	盛岡市	5.79	3.17	5.72	3.15
岩手県	宮古市	5.33	3.02	5.07	2.79
岩手県	大船渡市	5.66	2.92	5.61	2.71
岩手県	花巻市	5.92	3.25	5.79	3.22
岩手県	北上市	5.97	3.30	5.84	3.33
岩手県	久慈市	5.00	2.68	4.74	3.02
岩手県	遠野市	5.48	3.35	5.30	2.66
岩手県	一関市	6.64	3.12	6.41	3.51
岩手県	陸前高田市	5.69	3.02	5.79	2.89
岩手県	釜石市	6.00	3.63	5.87	2.94
岩手県	奥州市	5.97	3.15	6.05	3.40
岩手県	平泉町	6.05	2.66	6.02	2.99
岩手県	大槌町	5.82	3.27	5.69	2.71
岩手県	山田町	5.69	3.04	5.61	2.58
岩手県	野田村	4.94	2.68	4.53	2.84
宮城県	仙台市	5.92	3.51	5.79	4.15
宮城県	石巻市	6.18	3.69	5.87	4.64
宮城県	塩竈市	6.20	3.76	6.08	4.17
宮城県	気仙沼市	5.90	3.48	5.72	3.20
宮城県	白石市	5.79	3.63	5.07	4.43
宮城県	名取市	6.28	4.15	6.02	4.64
宮城県	角田市	6.13	3.89	5.51	4.56
宮城県	多賀城市	6.38	3.94	6.28	4.20
宮城県	岩沼市	6.23	4.15	5.90	4.64
宮城県	登米市	6.82	3.35	6.46	3.71
宮城県	栗原市	7.00	3.45	6.56	3.79
宮城県	東松島市	6.13	3.69	5.87	4.56
宮城県	大崎市	6.33	3.56	6.10	4.15
宮城県	蔵王町	5.72	3.56	5.02	4.30
宮城県	大河原町	5.82	3.69	5.15	4.38
宮城県	村田町	5.79	3.66	5.15	4.33
宮城県	柴田町	5.97	3.87	5.46	4.48
宮城県	川崎町	5.59	3.38	5.20	4.02
宮城県	丸森町	6.10	3.89	5.51	4.56
宮城県	亘理町	6.28	4.10	5.84	4.64
宮城県	山元町	6.41	3.97	6.05	4.59
宮城県	松島町	6.15	3.61	5.95	4.17
宮城県	七ヶ浜町	6.20	3.79	6.05	4.15
宮城県	利府町	6.36	3.89	6.23	4.17
宮城県	大和町	6.13	3.58	5.95	4.05
宮城県	大郷町	6.15	3.58	5.95	4.15
宮城県	富谷町	6.10	3.58	5.92	3.99
宮城県	大衡村	6.05	3.53	5.87	3.97
宮城県	色麻町	6.02	3.51	5.77	3.99
宮城県	加美町	6.10	3.53	5.82	4.02
宮城県	涌谷町	6.02	3.20	5.82	3.92
宮城県	美里町	6.13	3.53	5.97	4.23
宮城県	女川町	6.00	3.30	5.74	3.87
宮城県	南三陸町	5.87	2.99	5.69	3.30
福島県	福島市	5.69	4.17	5.18	4.41
福島県	会津若松市	5.92	4.38	4.35	5.18
福島県	郡山市	6.26	4.48	4.97	5.28
福島県	いわき市	6.15	4.41	4.79	6.23
福島県	白河市	6.15	4.43	4.53	5.48
福島県	須賀川市	6.13	4.10	4.66	5.25
福島県	喜多方市	5.36	3.84	4.07	4.69
福島県	相馬市	6.15	4.10	5.51	4.66
福島県	二本松市	6.33	4.25	5.41	4.94
福島県	南相馬市	6.36	4.30	5.51	4.79
福島県	伊達市	5.56	3.89	5.12	4.28
福島県	本宮市	6.13	4.33	4.89	4.97
福島県	桑折町	5.54	3.84	5.05	4.25
福島県	国見町	5.54	3.69	5.02	4.25
福島県	鏡石町	6.00	4.38	4.59	5.15

都道府県名	行政区名	計測震度			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
福島県	猪苗代町	5.79	4.28	4.35	4.92
福島県	湯川村	5.46	3.92	4.12	4.76
福島県	西郷村	6.20	4.97	4.41	5.30
福島県	矢吹町	5.97	4.48	4.71	5.46
福島県	広野町	6.08	4.25	4.48	5.05
福島県	楢葉町	6.15	4.25	4.59	5.00
福島県	富岡町	6.26	4.30	4.79	4.84
福島県	大熊町	6.33	4.33	5.02	4.74
福島県	双葉町	6.36	4.33	5.15	4.69
福島県	浪江町	6.51	4.48	5.56	4.84
福島県	新地町	6.28	3.97	5.77	4.56
茨城県	水戸市	6.28	5.79	4.35	5.28
茨城県	日立市	6.74	5.72	4.51	5.38
茨城県	土浦市	5.95	5.59	4.02	4.82
茨城県	石岡市	5.90	5.36	4.02	5.00
茨城県	結城市	5.56	4.92	3.51	4.25
茨城県	龍ヶ崎市	5.79	5.07	3.92	4.56
茨城県	下妻市	5.74	5.10	3.87	4.71
茨城県	常陸太田市	6.56	5.64	4.48	5.38
茨城県	北茨城市	6.00	4.59	4.15	5.79
茨城県	笠間市	6.18	5.36	4.10	5.00
茨城県	牛久市	5.69	5.02	3.76	4.43
茨城県	つくば市	5.90	5.33	3.97	4.79
茨城県	ひたちなか市	6.20	5.72	4.33	5.20
茨城県	鹿嶋市	6.10	5.79	4.07	5.05
茨城県	潮来市	5.84	5.48	3.81	4.66
茨城県	常陸大宮市	6.36	5.33	4.71	5.30
茨城県	那珂市	6.46	5.56	4.41	5.33
茨城県	筑西市	5.84	5.07	3.66	4.56
茨城県	稲敷市	5.59	5.12	4.02	4.51
茨城県	かすみがうら市	5.90	5.48	4.07	5.07
茨城県	神栖市	5.66	5.72	3.53	4.28
茨城県	行方市	6.46	6.10	4.41	5.59
茨城県	鉾田市	6.64	6.28	4.53	5.82
茨城県	つくばみらい市	5.79	5.05	3.89	4.71
茨城県	小美玉市	6.33	5.92	4.30	5.51
茨城県	茨城町	6.28	5.82	4.33	5.33
茨城県	大洗町	6.28	5.84	4.35	5.33
茨城県	城里町	6.26	5.25	4.20	5.10
茨城県	東海村	6.51	5.69	4.43	5.38
茨城県	阿見町	5.79	5.41	3.89	4.66
茨城県	河内町	5.72	5.00	3.89	4.38
茨城県	八千代町	5.72	5.05	3.76	4.64
栃木県	大田原市	5.95	4.71	4.17	4.66
栃木県	那須町	6.15	4.59	4.23	5.20
栃木県	市貝町	6.49	5.28	4.35	5.00
埼玉県	久喜市	5.20	4.48	3.66	4.41
千葉県	千葉市	5.30	4.69	3.33	3.71
千葉県	鎌子市	5.38	5.69	3.15	3.81
千葉県	市川市	5.41	4.82	3.56	4.05
千葉県	船橋市	5.79	4.97	4.02	4.30
千葉県	成田市	5.30	4.46	3.30	3.89
千葉県	松戸市	5.64	5.10	3.81	4.28
千葉県	佐倉市	5.87	5.15	3.99	4.35
千葉県	習志野市	5.43	4.69	3.40	3.81
千葉県	八千代市	5.84	5.05	4.02	4.35
千葉県	我孫子市	5.87	5.07	4.02	4.43
千葉県	浦安市	5.25	4.71	3.27	3.71
千葉県	印西市	5.87	5.12	4.05	4.46
千葉県	富里市	5.38	5.00	3.48	4.05
千葉県	香取市	5.51	5.48	3.56	4.25
千葉県	栄町	5.79	5.05	3.97	4.41
東京都	東京都区部	5.41	4.89	3.56	4.05
神奈川県	横浜市	5.33	4.35	3.30	3.69
新潟県	十日町市	3.99	3.07	2.79	3.17
新潟県	津南町	3.43	2.56	2.09	2.53

- ※ 上記の各市町村は、国土交通省公表資料にて被害のあったとされる市町村（管路：132自治体）である。
- ※ 上記の各値は、地震動マップ即時推定システムで推定した各区市町村における最大値を示したものである。
- ※ 着色部は各区市町村毎で本震、余震の中での最大値を示している。

表 1-4(2) 最大加速度の推定結果

都道府県名	行政名	最大加速度 (gal)			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
青森県	おいらせ町	137.73	9.48	110.70	12.80
岩手県	盛岡市	790.55	34.22	858.04	20.93
岩手県	宮古市	457.90	39.22	470.58	17.29
岩手県	大船渡市	601.66	44.96	858.04	28.27
岩手県	花巻市	510.74	38.17	554.34	35.17
岩手県	北上市	585.46	41.43	708.76	38.17
岩手県	久慈市	251.13	12.80	176.09	15.50
岩手県	遠野市	470.58	54.43	524.88	18.26
岩手県	一関市	1364.87	75.53	1010.77	65.90
岩手県	陸前高田市	748.54	67.72	931.28	37.14
岩手県	釜石市	769.26	141.54	812.44	33.30
岩手県	奥州市	653.02	28.27	585.46	29.05
岩手県	平泉町	906.20	22.11	769.26	21.51
岩手県	大槌町	635.43	79.77	635.43	26.76
岩手県	山田町	554.34	46.21	496.99	21.51
岩手県	野田村	180.97	13.16	171.35	16.37
宮城県	仙台市	1441.48	39.22	957.06	99.25
宮城県	石巻市	1010.77	43.75	1698.07	84.25
宮城県	塩竈市	1946.46	50.15	1441.48	99.25
宮城県	気仙沼市	689.67	93.97	881.79	38.17
宮城県	白石市	421.89	32.40	329.97	116.92
宮城県	名取市	983.55	67.72	769.26	149.48
宮城県	角田市	635.43	57.49	410.53	134.02
宮城県	多賀城市	1946.46	62.39	1402.65	102.00
宮城県	岩沼市	728.38	71.52	618.32	149.48
宮城県	登米市	1441.48	91.44	1223.66	102.00
宮城県	栗原市	2000.34	73.50	1292.34	59.08
宮城県	東松島市	1067.51	38.17	834.93	77.63
宮城県	大崎市	1441.48	32.40	881.79	65.90
宮城県	蔵王町	388.71	29.85	304.02	104.82
宮城県	大河原町	378.24	34.22	295.83	110.70
宮城県	村田町	445.57	32.40	339.10	107.72
宮城県	柴田町	378.24	44.96	348.49	137.73
宮城県	川崎町	496.99	29.05	378.24	86.58
宮城県	丸森町	653.02	60.71	457.90	145.46
宮城県	亘理町	689.67	69.59	585.46	145.46
宮城県	山元町	881.79	81.98	812.44	145.46
宮城県	松島町	1257.53	35.17	881.79	75.53
宮城県	七ヶ浜町	1793.38	50.15	1292.34	96.58
宮城県	利府町	1843.02	57.49	1292.34	99.25
宮城県	大和町	1257.53	33.30	858.04	64.12
宮城県	大郷町	1223.66	32.40	812.44	67.72
宮城県	富谷町	1328.11	33.30	881.79	64.12
宮城県	大衡村	635.43	29.85	483.60	57.49
宮城県	色麻町	601.66	30.68	554.34	54.43
宮城県	加美町	671.10	31.53	601.66	52.97
宮城県	涌谷町	554.34	22.11	470.58	48.80
宮城県	美里町	618.32	28.27	510.74	65.90
宮城県	女川町	728.38	32.40	1010.77	55.94
宮城県	南三陸町	748.54	77.63	769.26	46.21
福島県	福島市	410.53	84.25	321.08	185.98
福島県	会津若松市	445.57	77.63	93.97	225.15
福島県	郡山市	1067.51	162.24	329.97	457.90
福島県	いわき市	769.26	126.90	225.15	708.76
福島県	白河市	1292.34	166.73	196.41	496.99
福島県	須賀川市	671.10	88.98	219.08	339.10
福島県	喜多方市	219.08	52.97	57.49	162.24
福島県	相馬市	708.76	91.44	635.43	180.97
福島県	二本松市	881.79	153.62	554.34	358.14
福島県	南相馬市	769.26	104.82	554.34	219.08
福島県	伊達市	618.32	73.50	421.89	157.87
福島県	本宮市	769.26	120.15	265.22	339.10
福島県	桑折町	496.99	59.08	358.14	145.46
福島県	国見町	539.41	52.97	368.05	145.46
福島県	鏡石町	635.43	116.92	141.54	329.97

都道府県名	行政名	最大加速度 (gal)			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
福島県	猪苗代町	368.05	64.12	96.58	141.54
福島県	湯川村	251.13	55.94	62.39	157.87
福島県	西郷村	1292.34	339.10	185.98	483.60
福島県	矢吹町	601.66	137.73	166.73	433.57
福島県	広野町	1097.05	96.58	237.78	321.08
福島県	楢葉町	1097.05	93.97	272.56	312.44
福島県	富岡町	881.79	91.44	329.97	251.13
福島県	大熊町	790.55	81.98	358.14	225.15
福島県	双葉町	748.54	73.50	388.71	219.08
福島県	浪江町	769.26	102.00	618.32	312.44
福島県	新地町	790.55	75.53	728.38	145.46
茨城県	水戸市	983.55	510.74	171.35	457.90
茨城県	日立市	1652.33	671.10	237.78	671.10
茨城県	土浦市	496.99	231.38	104.82	207.44
茨城県	石岡市	618.32	339.10	113.77	258.08
茨城県	結城市	399.47	149.48	48.80	104.82
茨城県	龍ヶ崎市	496.99	219.08	102.00	185.98
茨城県	下妻市	410.53	201.85	65.90	153.62
茨城県	常陸太田市	1223.66	585.46	244.36	635.43
茨城県	北茨城市	585.46	145.46	107.72	601.66
茨城県	笠間市	957.06	378.24	116.92	321.08
茨城県	牛久市	483.60	219.08	86.58	162.24
茨城県	つくば市	483.60	244.36	93.97	185.98
茨城県	つくば市	483.60	244.36	93.97	185.98
茨城県	つくば市	483.60	244.36	93.97	185.98
茨城県	鹿嶋市	769.26	554.34	120.15	258.08
茨城県	潮来市	585.46	378.24	86.58	176.09
茨城県	常陸大宮市	1292.34	510.74	321.08	585.46
茨城県	那珂市	1127.42	569.69	219.08	569.69
茨城県	筑西市	470.58	225.15	69.59	157.87
茨城県	稲敷市	457.90	272.56	86.58	145.46
茨城県	かすみがうら市	554.34	339.10	120.15	258.08
茨城県	神栖市	433.57	339.10	60.71	126.90
茨城県	行方市	1127.42	748.54	180.97	421.89
茨城県	銚田市	1364.87	931.28	219.08	539.41
茨城県	つくばみらい市	483.60	219.08	93.97	191.12
茨城県	小美玉市	931.28	653.02	162.24	433.57
茨城県	茨城町	858.04	601.66	171.35	399.47
茨城県	大洗町	769.26	601.66	171.35	399.47
茨城県	城里町	1010.77	457.90	171.35	470.58
茨城県	東海村	1010.77	569.69	219.08	554.34
茨城県	阿見町	483.60	213.18	96.58	196.41
茨城県	河内町	399.47	196.41	96.58	149.48
茨城県	八千代町	378.24	176.09	55.94	145.46
栃木県	大田原市	635.43	191.12	113.77	231.38
栃木県	那須町	1097.05	207.44	141.54	410.53
栃木県	那須町	1190.70	339.10	137.73	280.11
埼玉県	久喜市	213.18	88.98	34.22	69.59
埼玉県	千葉市	251.13	96.58	33.30	46.21
千葉県	銚子市	219.08	295.83	27.50	59.08
千葉県	市川市	251.13	116.92	42.57	71.52
千葉県	船橋市	510.74	237.78	102.00	116.92
千葉県	松戸市	312.44	134.02	52.97	79.77
千葉県	成田市	445.57	196.41	81.98	110.70
千葉県	佐倉市	1038.75	258.08	96.58	130.41
千葉県	習志野市	368.05	120.15	36.14	60.71
千葉県	八千代市	601.66	225.15	102.00	126.90
千葉県	我孫子市	496.99	219.08	113.77	171.35
千葉県	浦安市	176.09	84.25	25.34	44.96
千葉県	印西市	689.67	231.38	113.77	157.87
千葉県	富里市	445.57	207.44	52.97	79.77
千葉県	香取市	421.89	280.11	59.08	120.15
千葉県	栄町	457.90	207.44	104.82	149.48
東京都	東京都港区	244.36	137.73	43.75	64.12
神奈川県	横浜市	185.98	65.90	29.05	41.43
新潟県	十日町市	41.43	14.28	9.23	23.35
新潟県	津南町	26.76	9.48	5.20	11.80

- ※ 上記の各市町村は、国土交通省公表資料にて被害のあったとされる市町村（管路：132自治体）である。
- ※ 上記の各値は、地震動マップ即時推定システムで推定した各区市町村における最大値を示したものである。
- ※ 着色部は各区市町村毎で本震、余震の中での最大値を示している。

表 1-4(3) 最大速度の推定結果

都道府県名	行政区名	最大速度(kine)			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
青森県	おいらせ町	25.98	2.07	7.96	3.11
岩手県	盛岡市	30.52	1.86	27.41	2.07
岩手県	宮古市	23.96	1.86	17.83	1.77
岩手県	大船渡市	42.15	1.81	28.93	1.77
岩手県	花巻市	44.47	2.07	44.47	2.94
岩手県	北上市	48.21	2.31	46.93	3.55
岩手県	久慈市	22.11	1.59	12.91	3.85
岩手県	遠野市	29.71	2.25	19.33	1.00
岩手県	一関市	123.55	3.02	87.10	5.18
岩手県	陸前高田市	38.88	2.07	33.99	2.07
岩手県	釜石市	44.47	3.46	49.52	1.72
岩手県	奥州市	58.19	2.71	68.38	3.96
岩手県	平泉町	55.15	1.63	63.08	2.79
岩手県	大槌町	37.85	2.44	33.99	1.67
岩手県	山田町	31.35	1.81	27.41	1.50
岩手県	野田村	19.85	1.42	10.41	2.79
宮城県	仙台市	43.29	2.86	32.21	7.54
宮城県	石巻市	80.35	4.77	49.52	11.59
宮城県	塩竈市	78.22	3.65	48.21	5.61
宮城県	気仙沼市	39.94	2.86	34.92	2.25
宮城県	白石市	61.41	4.90	19.85	10.70
宮城県	名取市	94.42	7.15	49.52	11.29
宮城県	角田市	76.15	5.04	31.35	12.57
宮城県	多賀城市	89.48	4.77	63.08	6.25
宮城県	岩沼市	96.99	7.15	44.47	12.24
宮城県	登米市	153.20	3.65	80.35	6.77
宮城県	栗原市	180.02	4.29	89.48	7.54
宮城県	東松島市	74.13	4.52	49.52	10.14
宮城県	大崎市	102.35	6.25	63.08	9.87
宮城県	蔵王町	52.26	4.06	18.31	9.61
宮城県	大河原町	61.41	4.17	22.71	9.87
宮城県	村田町	61.41	4.06	22.11	9.35
宮城県	柴田町	89.48	5.18	30.52	11.29
宮城県	川崎町	41.03	2.71	18.31	6.96
宮城県	丸森町	68.38	4.65	30.52	12.57
宮城県	亘理町	91.91	6.59	39.94	13.26
宮城県	山元町	105.14	5.18	46.93	16.01
宮城県	松島町	80.35	4.17	53.68	7.96
宮城県	七ヶ浜町	78.22	3.75	48.21	5.32
宮城県	利府町	87.10	4.52	61.41	6.25
宮城県	大和町	80.35	4.40	52.26	9.35
宮城県	大郷町	82.54	4.29	55.15	8.17
宮城県	富谷町	78.22	4.40	48.21	9.10
宮城県	大衡村	76.15	4.40	46.93	9.35
宮城県	色麻町	78.22	6.08	44.47	9.61
宮城県	加美町	87.10	6.25	50.87	9.87
宮城県	涌谷町	64.80	3.11	50.87	6.42
宮城県	美里町	84.79	5.04	61.41	8.63
宮城県	女川町	63.08	2.79	41.03	5.04
宮城県	南三陸町	43.29	1.46	35.87	3.11
福島県	福島市	42.15	6.77	24.62	10.41
福島県	会津若松市	56.65	8.86	9.87	25.29
福島県	郡山市	84.79	9.10	14.00	22.71
福島県	いわき市	94.42	10.14	10.41	102.35
福島県	白河市	59.78	8.17	10.14	35.87
福島県	須賀川市	74.13	6.42	10.70	23.33
福島県	喜多方市	42.15	6.77	8.63	17.35
福島県	相馬市	72.16	6.25	29.71	14.77
福島県	二本松市	72.16	6.25	22.11	13.62
福島県	南相馬市	126.91	9.61	32.21	19.33
福島県	伊達市	36.84	4.65	19.33	7.34
福島県	本宮市	58.19	7.15	12.24	16.01
福島県	桑折町	35.87	4.40	17.83	7.34
福島県	国見町	35.87	3.55	15.17	6.96
福島県	鏡石町	59.78	8.63	10.14	22.71
福島県	猪苗代町	52.26	8.63	10.70	20.95
福島県	湯川村	45.69	6.96	9.10	19.33
福島県	西郷村	56.65	11.91	6.77	21.52
福島県	矢吹町	63.08	9.87	12.91	32.21
福島県	広野町	80.35	7.75	8.17	35.87
福島県	楡葉町	89.48	8.17	9.87	33.09
福島県	富岡町	105.14	9.10	13.62	27.41
福島県	大熊町	123.55	9.61	18.31	23.33
福島県	双葉町	133.93	9.61	20.95	20.39
福島県	浪江町	170.59	11.59	28.16	23.96
福島県	新地町	84.79	5.32	35.87	14.00
茨城県	水戸市	72.16	48.21	6.42	19.33
茨城県	日立市	105.14	33.99	6.96	24.62
茨城県	土浦市	58.19	31.35	4.65	13.26
茨城県	石岡市	50.87	24.62	4.40	16.01
茨城県	結城町	39.94	16.45	2.86	7.96
茨城県	龍ヶ崎町	42.15	25.29	3.85	9.10
茨城県	下妻市	48.21	22.11	4.29	12.24
茨城県	常陸太田市	91.91	30.52	7.15	24.62
茨城県	北茨城市	63.08	8.86	5.18	49.52
茨城県	笠間市	58.19	21.52	4.77	14.38
茨城県	牛久市	36.84	19.85	3.11	7.54
茨城県	つくば市	58.19	25.29	4.77	13.26
茨城県	ひたちなか市	68.38	46.93	6.08	20.39
茨城県	鹿嶋市	68.38	59.78	5.18	19.33
茨城県	潮来市	55.15	49.52	4.17	14.00
茨城県	常陸大宮市	76.15	26.68	9.87	22.11
茨城県	那珂市	82.54	28.16	6.42	22.11
茨城県	筑西市	52.26	19.85	3.19	9.87
茨城県	稲敷市	55.15	29.71	8.40	14.00
茨城県	かすみがうら市	53.68	30.52	4.65	16.01
茨城県	神栖市	48.21	56.65	3.46	10.41
茨城県	行方市	89.48	56.65	6.08	28.16
茨城県	鉾田市	102.35	61.41	6.59	33.99
茨城県	つくばみらい市	42.15	22.11	4.29	12.24
茨城県	小美玉市	72.16	38.88	5.32	23.33
茨城県	茨城町	72.16	44.47	6.42	20.39
茨城県	大洗町	72.16	46.93	6.42	20.39
茨城県	城里町	64.80	17.83	5.32	15.58
茨城県	東海村	87.10	34.92	6.59	24.62
茨城県	阿見町	45.69	25.98	3.75	10.41
茨城県	河内町	42.15	28.93	4.77	9.61
茨城県	八千代町	45.69	20.39	3.85	10.14
栃木県	大田原市	64.80	9.87	4.40	11.91
栃木県	那須町	53.68	8.63	5.46	19.33
栃木県	市貝町	68.38	17.83	7.75	16.01
埼玉県	久喜市	33.09	12.24	4.17	11.29
埼玉県	千葉市	33.09	18.81	2.31	4.65
埼玉県	鯉子市	37.85	53.68	2.57	5.92
埼玉県	市川市	37.85	20.39	3.65	7.15
埼玉県	船橋市	38.88	17.83	4.77	6.59
埼玉県	松戸市	27.41	15.17	2.31	5.92
埼玉県	成田市	39.94	34.92	3.96	8.40
埼玉県	佐倉市	50.87	28.16	4.40	8.40
埼玉県	習志野市	34.92	16.45	2.94	5.32
埼玉県	八千代市	45.69	22.11	4.77	6.96
埼玉県	我孫子市	45.69	23.96	4.52	7.75
埼玉県	浦安市	31.35	16.89	2.64	4.77
埼玉県	印西市	48.21	28.93	4.77	8.40
埼玉県	富里市	29.71	26.68	2.37	6.25
埼玉県	香取市	38.88	48.21	3.02	8.86
埼玉県	栄町	43.29	32.21	4.06	8.17
東京都	東京都区部	36.84	19.85	3.65	7.15
神奈川県	横浜市	33.99	14.00	2.31	4.29
新潟県	十日町市	18.81	4.06	2.31	5.92
新潟県	津南町	6.08	1.39	1.15	1.86

- ※ 上記の各市町村は、国土交通省公表資料にて被害のあったとされる市町村（管路：132自治体）である。
- ※ 上記の各値は、地震動マップ即時推定システムで推定した各区市町村における最大値を示したものである。
- ※ 着色部は各区市長村毎で本震、余震の中での最大値を示している。

以上より、今回の地震の特性を整理すると、以下のような特徴が挙げられる。

- ・ 我が国観測史上最大の $M=9.0$ を観測した。
- ・ ほぼ全国的（45 都道府県）に有感地震を観測した。
- ・ 最大加速度は岩手・宮城内陸地震（4,022gal）に次ぐ大きさ（2,933gal）。
- ・ 地震の継続時間は、兵庫県南部地震が約 50 秒（JR 鷹取駅）に対し、約 200 秒（栗原市築館）と長い。
- ・ 余震回数は、過去の大規模地震を大きく上回り、その規模も大きい。

1.1.2 津波

(1) 津波の観測状況（気象庁）

東北地方太平洋沖地震により、東北地方太平洋沿岸をはじめとして全国の沿岸で津波が観測された。各地の津波観測施設では、福島県相馬で 9.3m 以上※、宮城県石巻市鮎川で 8.6m 以上※など、東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波を観測した。

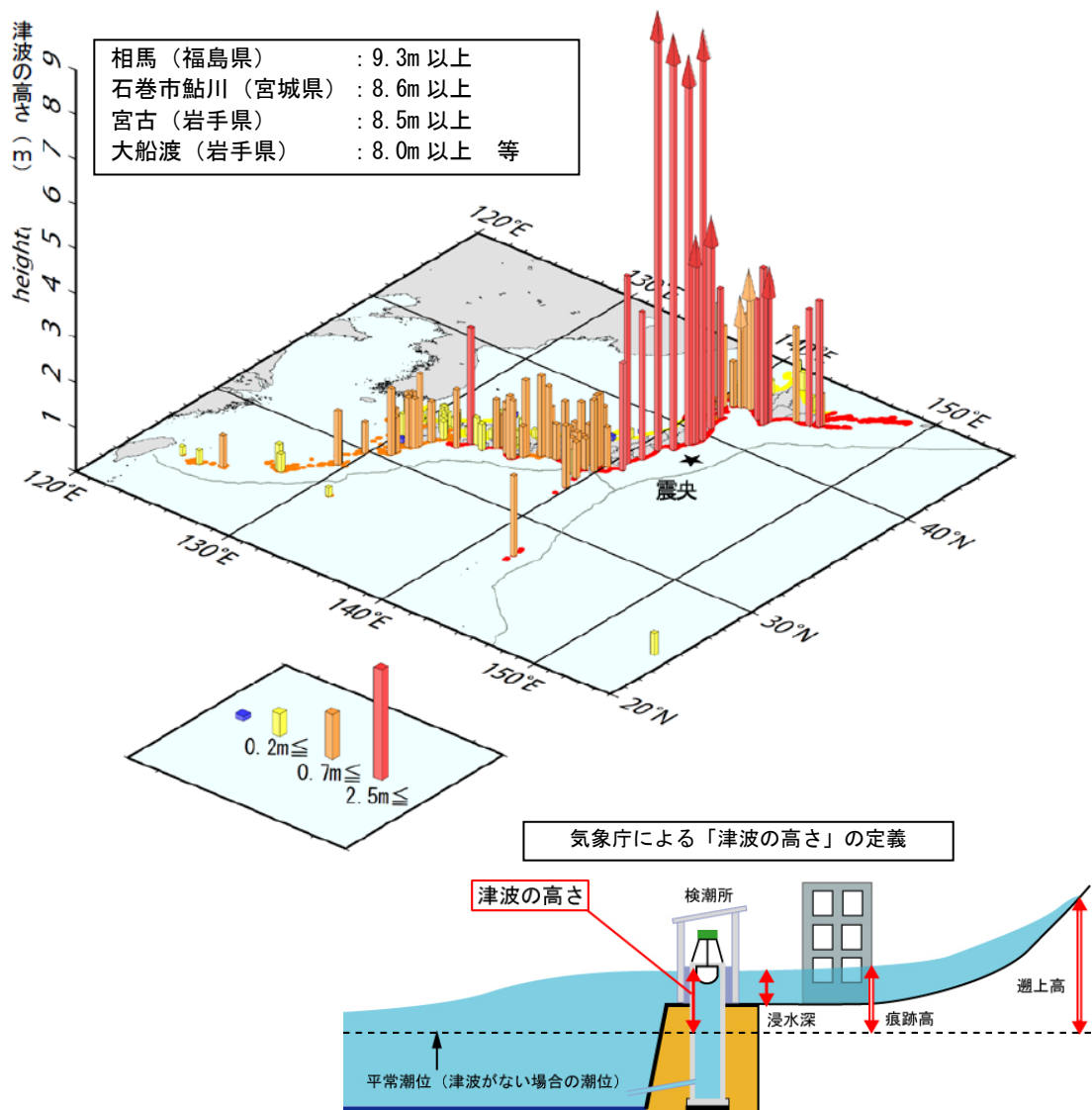


図 1-4 津波観測施設で観測された津波の高さ

※ 矢印は、津波観測施設が津波により被害を受けたためデータを入手できない期間があり、後続の波でさらに高くなった可能性があることを示す。

観測施設には、内閣府、国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院、愛知県、四日市港管理組合、兵庫県、宮崎県、日本コークス工業株式会社の検潮所を含む。

出典：災害時地震・津波速報平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（平成23年8月17日、気象庁）

(2) 痕跡高（浸水高、遡上高）

「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」による痕跡高（浸水高と遡上高）の調査結果を図 1-5 に示す。局所的には、最高 40.0m の観測最大の遡上高が大船渡市綾里湾で記録されており、これは明治三陸津波の記録を上回る日本で記録された最大値である。

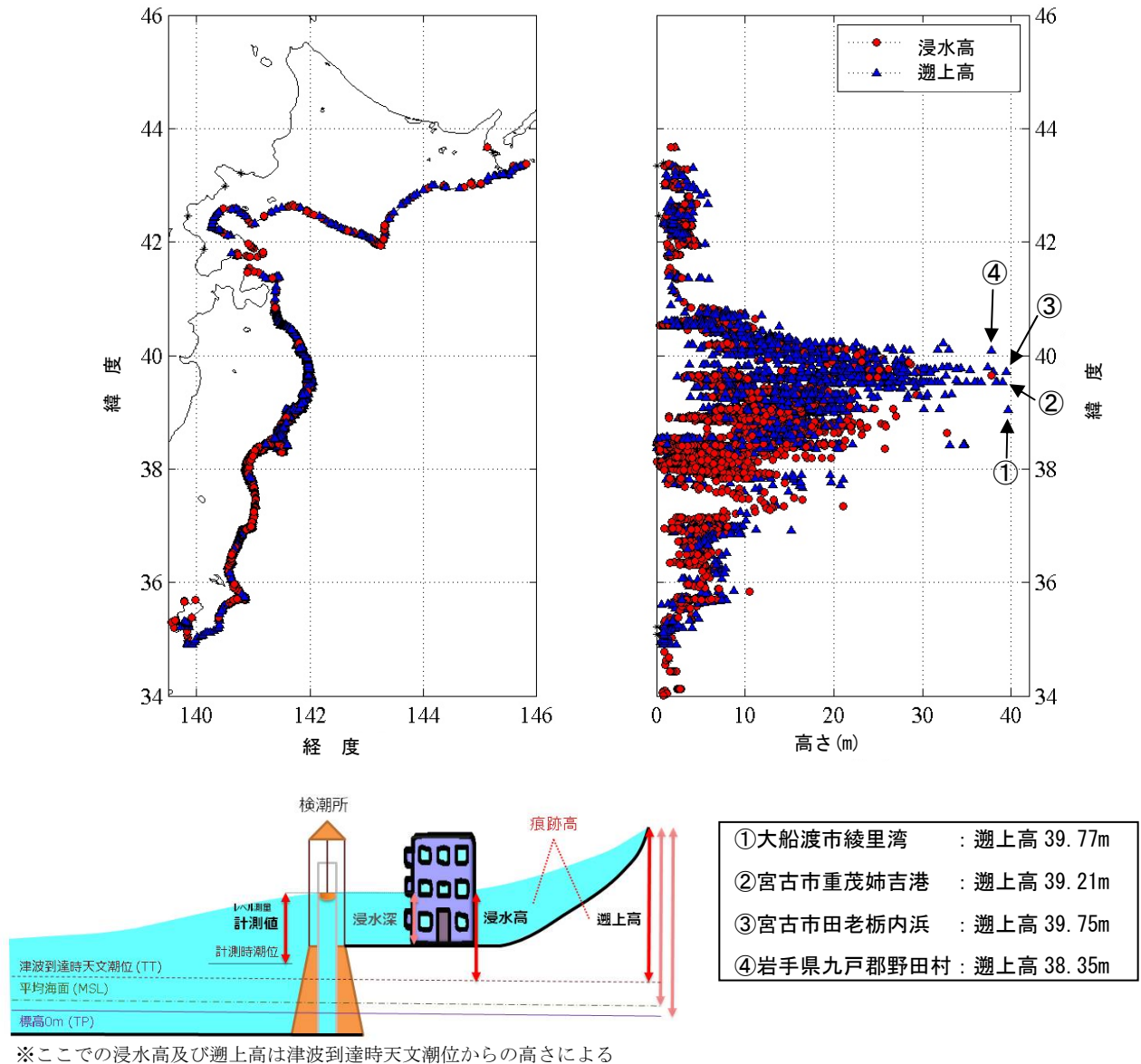


図 1-5 緯度方向に投影した津波高の分布

東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (<http://www.coastal.jp/tjtt/>) による速報値 (2012年2月8日)

※ 「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」による津波痕跡調査は、全国の津波工学、海岸工学および地球物理関係研究者が参加 (合計 48 研究機関, 計 148 名もの研究者が参加) して実施したものである。

(3) 津波波形

気象庁による津波波形の公表値から一部抜粋したものを、図 1-6 に示す。規模の大きかった相馬（福島県）や石巻市鮎川（宮城県）、大船渡（岩手県）などはいずれもデータが取れていない状況である。これは、観測施設が津波により被害を受けたためと想定される。

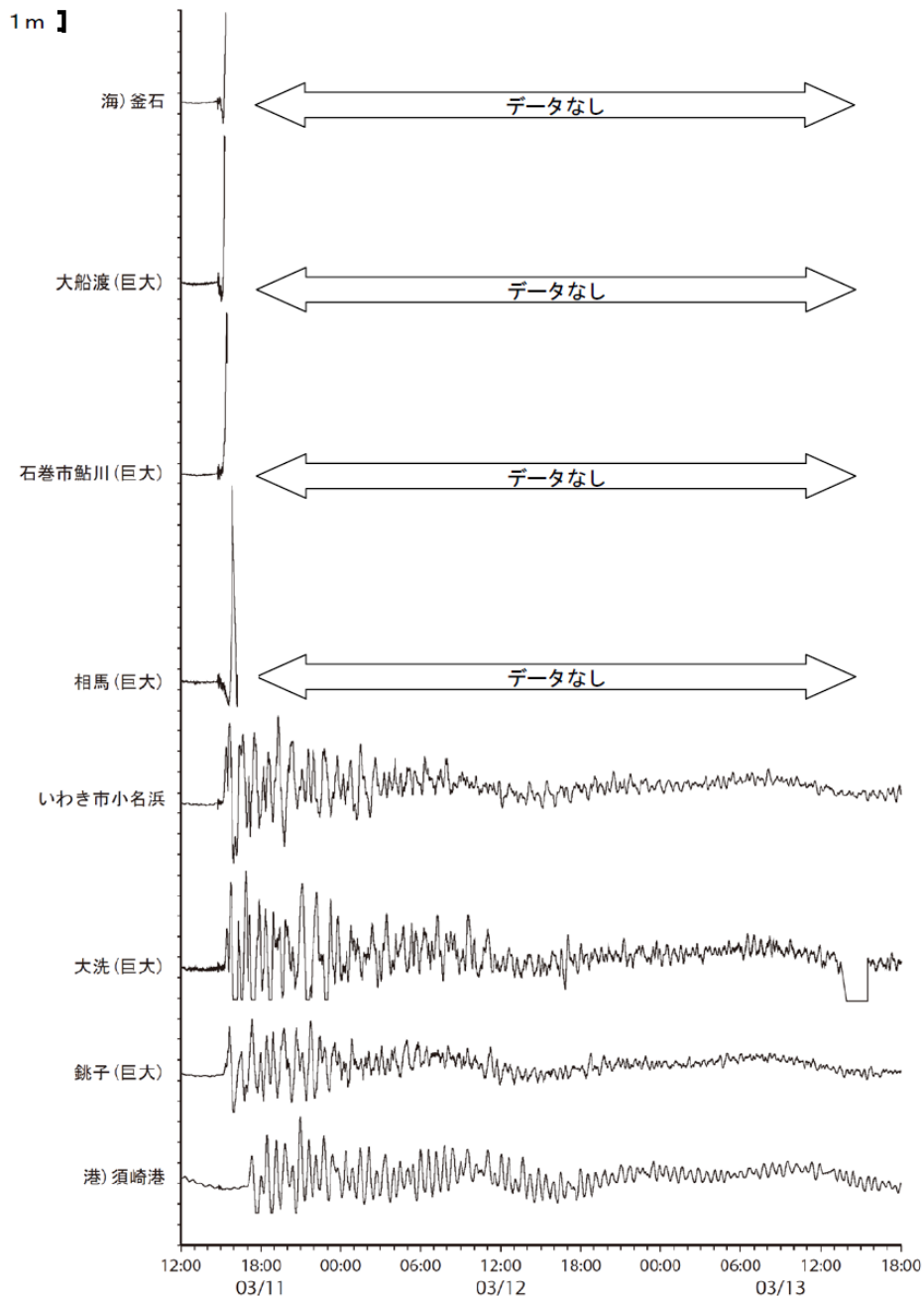


図 1-6 主な津波観測施設で観測した津波波形（2.0m 以上）

港)は国土交通省港湾局の観測点、海)は海上保安庁の観測点、無印は気象庁の観測点である。(巨大)は巨大津波観測計による観測データであることを示す。

出典：災害時地震・津波速報平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震
（平成23年8月17日、気象庁）

一方、国土交通省港湾局が設置している GPS 波浪計（衛星を用いて沖合に浮かべたブイの上下変動を計測し、波浪や潮汐等の海面変動を観測する海象観測機器）における観測結果を図 1-7 に示す。このうち、特に規模の大きかった「②岩手県北部沖（久慈沖）」～「⑦福島県沖（小名浜沖）」の 6 地点に着目すると、最大波の記録された時刻は地震発生（14 時 46 分）から約 30 分後の 15 時 12 分～15 時 19 分、高さは 2.6m～6.7m（最大は岩手南部沖）であった。なお、図 1-8 のとおり、GPS 波浪計は沖合い約 20km に設置されており、観測される津波高さは、沿岸部の津波高さに比べ小さい値となる。

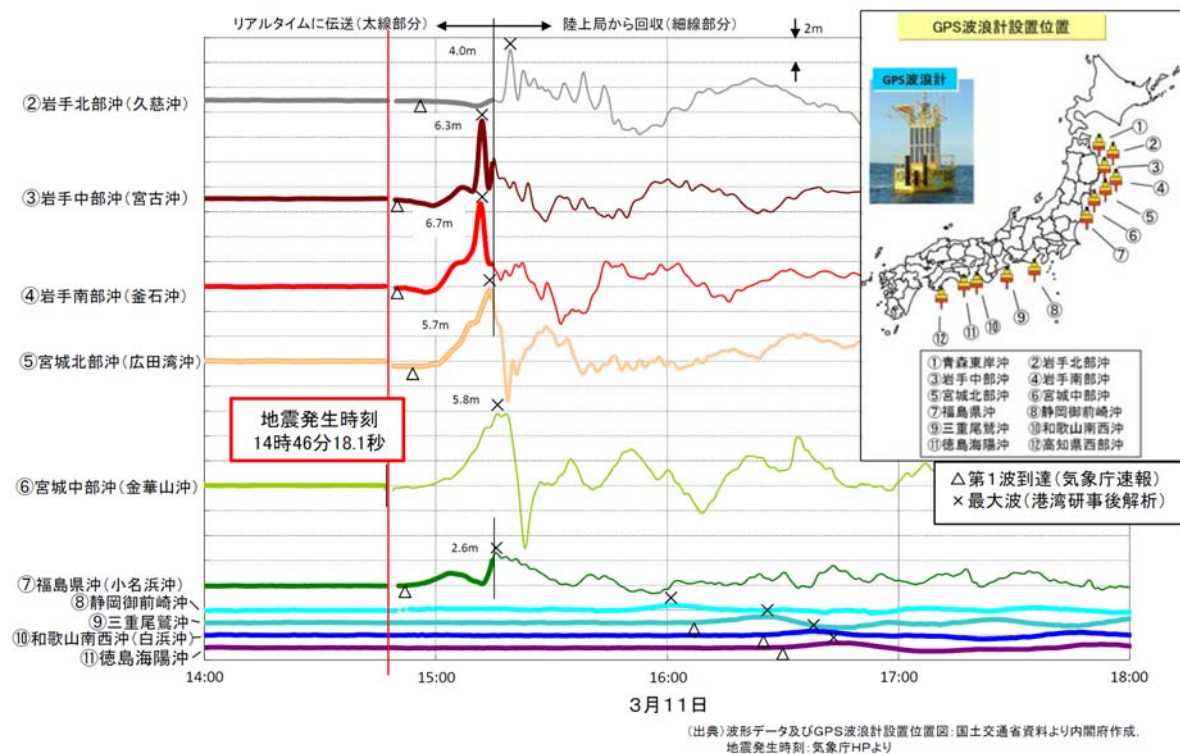


図 1-7 GPS 波浪計の波形データ

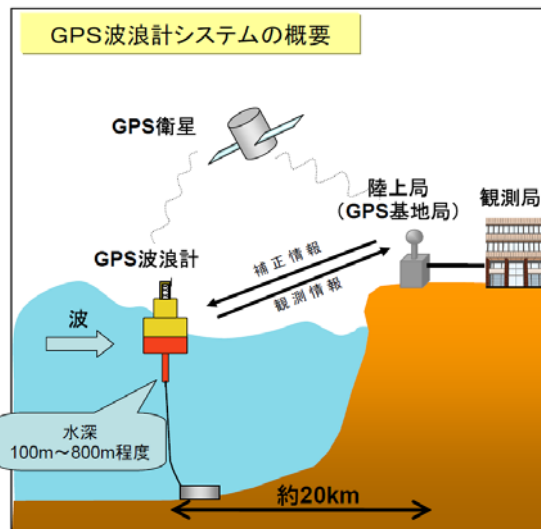


図 1-8 GPS 波浪計システムの概要

(4) 浸水区域

今回の津波による浸水は、青森から千葉にかけて広範囲にわたり発生した。

また、浸水面積の合計は 561km² に及ぶと推計されている。県別に見ると宮城県が 327km² で全体の 6 割以上を占め、福島県が 112km²、岩手県が 58km²、青森県が 24km² であった。市町村別では宮城県石巻市が 73km² で最も大きかった。

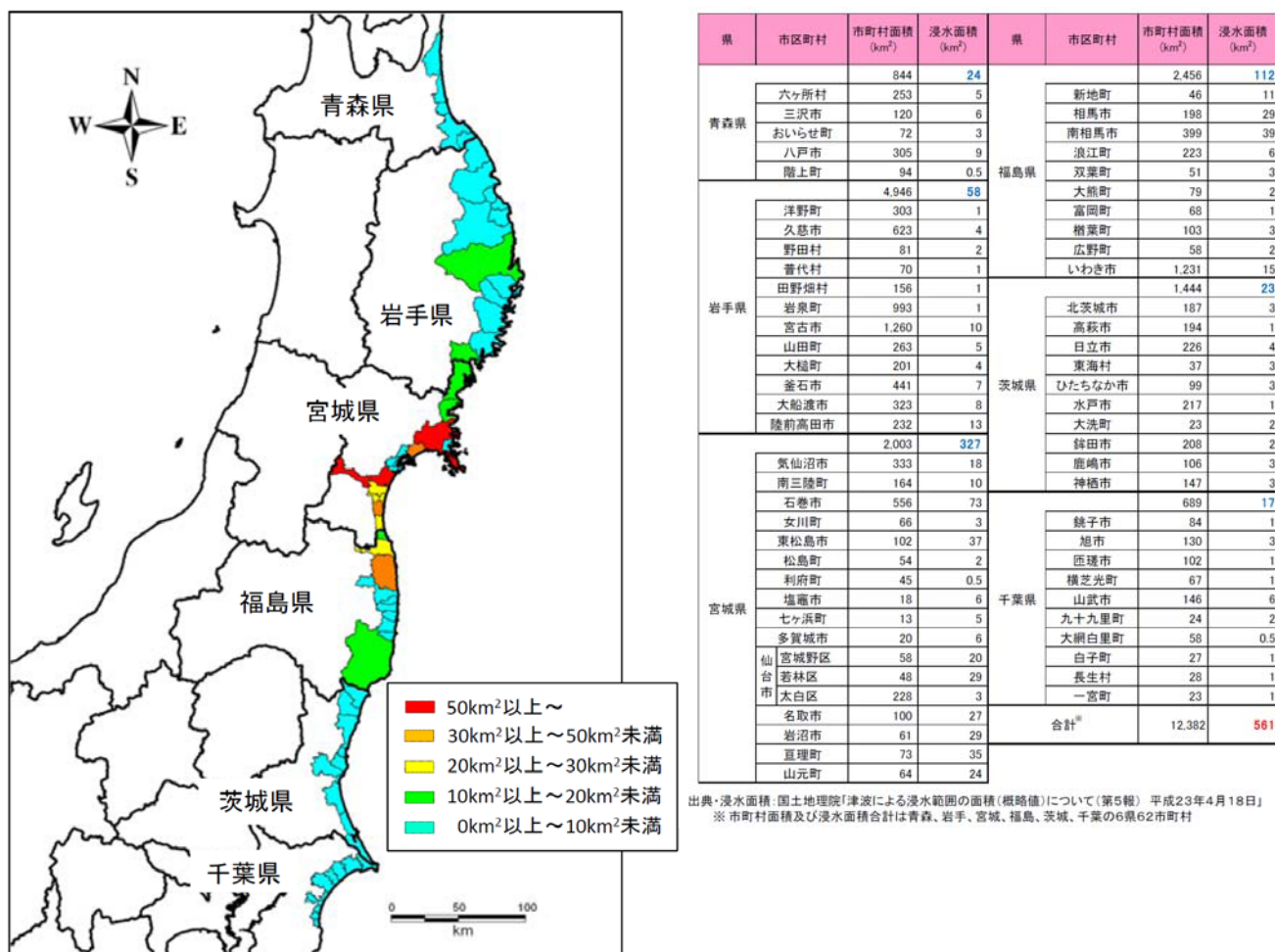


図 1-9 各市町村の浸水面積

出典：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会
 報告（参考図表集）（平成 23 年 9 月 28 日、中央防災会議）

(5) 津波の概況整理

津波の概況として、観測状況、痕跡高（浸水高、遡上高）、津波波形、浸水区域について整理すると、以下のような特徴が挙げられる。

- ・東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波が観測された。

相馬（福島県）	: 9.3m 以上
石巻市鮎川（宮城県）	: 8.6m 以上
宮古（岩手県）	: 8.5m 以上
大船渡（岩手県）	: 8.0m 以上 等

- ・観測最大の遡上高は大船渡市綾里湾で記録された約 40m であった。（過去最大）

遡上高は三陸海岸沿いで高い傾向である。

大船渡市綾里湾	: 遡上高 39.77m
宮古市重茂姉吉港	: 遡上高 39.21m
宮古市田老柵内浜	: 遡上高 39.75m
岩手県九戸郡野田村	: 遡上高 38.35m

- ・津波波形が一部で観測できない箇所があった。これは、観測施設が津波により被害を受けたためと想定される。今回の津波はそれほど大規模なものであったと考えられる。
- ・最大の津波は地震から約 30 分後。その後数回にわたり津波が観測されている。
- ・今回の津波による浸水は、青森から千葉にかけて広範囲にわたり発生した。また、浸水面積の合計は 561km² に及ぶと推計されている。
- ・地形的に平野部が広がる宮城県で浸水面積が多い傾向である。

1.1.3 液状化

今回の地震では、液状化現象が東北地方から関東地方にかけての広範囲に渡り発生し、道路、護岸施設、上下水道などのライフライン施設、家屋等に大きな被害が生じた。

今回の地震における液状化区域を調査した結果として確認されているものとしては、平成23年8月31日に公表された「液状化対策技術検討会議（国土交通省技術調査課）」の検討成果がある。これによると、関東地方周辺では、1都6県に渡って少なくとも96市区町村に及ぶ極めて広い範囲で液状化現象が発生し、特に、東京沿岸部や利根川下流域等の埋立地、旧河道・旧池沼等で集中して液状化が発生した（図1-10）。その中でも千葉県浦安市や千葉市等の東京沿岸部の海浜の埋立て地域では地域が全面的に液状化し、宅地、道路、護岸等さまざまな構造物に大きな被害をもたらした。



図 1-10 関東地方の液状化発生箇所の分布

出典：「液状化対策技術検討会議」検討成果

このような全面的な液状化が関東一円の広い範囲で発生した理由としては、本震の継続時間が長いこと、また余震回数が多いこと、余震時に本震を上回る地震動が発生している場所があったこと等が挙げられる。

写真 1-1 の写真は東京都新木場で撮影された 2 枚の写真である。①は本震直後に撮影されたもので地面から水が噴き出している。②は本地震から約 2 時間後のもので歩道車道に土砂が堆積している。これらの写真からも、地震動の継続時間が長く、液状化した地盤に余震による揺れが加えられたことで被害が拡大した可能性が考えられる。



①3月11日14時59分【本震直後】



②3月11日16時41分【本震から2時間後】

写真 1-1 地震直後の状況（新木場）

なお、今回の地震では東北地方でも液状化現象が発生している。

参考に、宮城県名取市関上、仙台市宮城野区新田東における液状化写真を写真 1-2 に示す。



名取市関上での液状化

出典：写真集「その時、関上は」
(発行人：小齊誠進、印刷：(有)印刷センター)



仙台市宮城野区新田東での液状化

出典：yahoo「東日本大震災写真保存プロジェクト」

写真 1-2 東北地方における液状化の事例

以上から

- ・液状化現象が東北地方から関東地方にかけて広範囲に発生した。
- ・千葉県浦安市や千葉市等の東京湾岸部の海浜の埋立地域では、地域が全面的に液状化した。

(周辺地盤の液状化)

- ・周辺地盤の液状化が関東一円の広い範囲で発生した理由は、
 - ・本震の継続時間が長いこと
 - ・余震回数が多いこと
 - ・余震時に地震を上回る地震動が発生している場所があった

1.2 下水道施設の被害

国土交通省公表資料を基に下水道施設の被害状況の整理を行う。

1.2.1 管路

- 管渠の被害は、1都10県に及び、総延長66,881kmに対し、被害延長は642kmであった。
(国土交通省 災害情報 (106報：平成24年2月6日現在) から抜粋、2次調査ベース)
- 今回の地震の管路被害率は、全被災地の平均で過去の地震を下回っているものの、被害総延長は過去の地震を遙かにしのぐ規模。
- 関東地方は埋め立て地における局所的な被害が顕著であったため、関係する都県を除くと、被害率は2.33%となり、新潟県中越沖地震以上の被害であり、能登半島地震と同程度。

表1-5 過去の地震との比較 (管路)

震災名	被災市町村等 団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率
東日本大震災	132	66,881	642	0.96%
東日本大震災(関東地方除く)	77	19,063	445	2.33%
兵庫県南部地震	11	13,919	162	1.16%
新潟県中越地震	20	3,293	152	4.62%
能登半島地震	6	652	15	2.30%
新潟県中越沖地震	5	3,072	50	1.63%

※「総延長」とは、当該市町村等団体における管路の総布設延長を示している。

※能登半島地震、新潟県中越沖地震の各数値は、災害査定ベース

※新潟県中越地震の各数値は、「下水道災害復旧の記録 概要版 平成18年3月 新潟県土木部都市局下水道課」より引用。

※兵庫県南部地震は、「阪神・淡路大震災 下水道はどう対応したか (社)日本下水道協会」より引用。

※関東地方とは、茨城県、栃木県、千葉県、埼玉県、東京都、神奈川県である。

- 管渠の被害を都道府県別に見ると、宮城県、福島県及び茨城県で被害率が高い。また激しい液状化が発生した千葉県においても比較的高い被害率となっている。

表1-6 東日本大震災における都道府県別の下水道管路施設被害概要

都道府県名	被災市町村等 団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率 (%)
青森県計	1	113	0.1	0.1%
岩手県計	13	4,016	13	0.3%
宮城県計	39	9,763	312	3.2%
福島県計	22	5,419	120	2.3%
茨城県計	36	9,748	129	1.4%
栃木県計	3	287	2	0.7%
埼玉県計	1	367	0.006	0.0%
千葉県計	13	9,324	54	0.6%
東京都計	1	15,793	12	0.1%
神奈川県計	1	11,625	0.5	0.0%
新潟県計	2	426	1	0.3%
計	132	66,881	642	1.0%

(国土交通省調べ、平成24年2月6日現在)

- 震度階級別の下水道管路被害率は、震度にほぼ比例して増加している傾向である。

表 1-7 東日本大震災における震度階級別の下水道管路施設被害概要

震度	市町村等団体数	総延長(km)	被害管路延長(km)	被害率(%)
7	7	2,192	47	2.1%
6強	55	10,324	250	2.4%
6弱	56	20,294	295	1.5%
5強	13	33,809	50	0.1%
5弱	1	263	0.03	0.01%
合計	132	66,881	642	1.0%

(国土交通省調べ、平成 24 年 2 月 6 日現在)

1.2.2 処理場

- 震災当初は、稼働停止が 48 処理場、施設損傷が 63 処理場、不明(福島第一原発周辺)が 9 処理場であった。(表 1-8)
- 平成 24 年 2 月 6 日現在でも 14 施設が稼働停止状態にある。
- 兵庫県南部地震でも稼働停止した処理場は 8 施設であり、今回の稼働停止数は過去と比べても格段に多い。(表 1-9)

表 1-8 処理場の被害状況

	震災当初	平成 24 年 2 月 6 日現在	
稼働停止	48	14	応急対応中 10
			別位置にて応急対応中 2
			汚水発生なし 2
施設損傷	63	34	ほぼ通常の処理 34
正常に稼働	—	63	
不明(福島第一原発周辺)	9	9	
計	120	120	

出典：国土交通省 災害情報（106 報：平成 24 年 2 月 6 日現在）から抜粋

表 1-9 稼働停止した処理場数

地震名	発生日	稼働停止処理場数
兵庫県南部地震	1995.1.17	8
新潟県中越地震	2004.10.23	1
能登半島地震	2007.3.25	0
新潟県中越沖地震	2007.7.16	0
東北地方太平洋沖地震	2011.3.11	48

1.2.3 ポンプ場

- ・ 震災当初は、稼働停止が 79 ポンプ場、施設損傷が 32 ポンプ場、不明(福島第一原発周辺)が 1 ポンプ場であった。
- ・ 平成 24 年 2 月 6 日現在でも雨水 16 施設 (うち排水対策地区のない施設は 12) 、汚水 3 施設のポンプ場が稼働停止状態にある。

表 1-10 ポンプ場の被害状況

	震災当初	平成 24 年 2 月 6 日現在					
稼働停止	79	19	<table border="1"> <tr> <td>応急対応中</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>排水対象地区なし</td> <td>12</td> </tr> </table>	応急対応中	7	排水対象地区なし	12
応急対応中	7						
排水対象地区なし	12						
施設損傷	32	51	<table border="1"> <tr> <td>応急対応中</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>ほぼ通常の処理</td> <td>33</td> </tr> </table>	応急対応中	18	ほぼ通常の処理	33
応急対応中	18						
ほぼ通常の処理	33						
正常に稼働	—	41					
不明(福島第一原発周辺)	1	1					
計	112	112					

出典：国土交通省 災害情報（106 報：平成 24 年 2 月 6 日現在）から抜粋

2. アンケート調査結果

下水道施設被害を把握するにあたって実施したアンケート調査の概要を以下に示す。

(1) アンケート対象

処理場 : 東日本大震災に起因する施設障害が発生した全処理場 (120 処理場)

ポンプ場 : 東日本大震災に起因する施設障害が発生した全ポンプ場 (112 ポンプ場)

管路 : 東日本大震災に起因する被害が発生し、災害査定を受ける自治体 135 箇所[※]

※9月のアンケート配布時点で災害査定を受ける予定の自治体数のため、国土交通省調べの被災自治体数とは整合しない

(2) 回収率等 (※平成 24 年 2 月 14 日時点集計)

処理場 : 86/120 (72%)、うち津波被害があったと回答した処理場数 : 16/86

ポンプ場 : 75/112 (67%)、うち津波被害があったと回答したポンプ場数 : 37/75

管路 : 96/135 (71%)、うち埋戻し部の液状化被害があったと回答した自治体 : 61/96

うち周辺地盤の液状化被害があったと回答した自治体 : 21/96

(3) アンケート調査内容

処理場・ポンプ場に関しては、施設区分毎 (処理場は 23 施設に分類、ポンプ場は 5 施設に分類) に、施設の有無、耐震対策の有無、被害の程度、被害対象工種、被害要因、浸水深を質問した。また、海岸からの距離や施設の覆蓋の状況、復旧対応状況等も質問している。

管路に関しては、施設区分毎 (管きょ、人孔、マンホールポンプ) に、被害要因別 (地震動、津波、液状化など) の被害状況を質問している。また、既設管の耐震対策の有無とその被害内容などについても質問している。

2.1 特徴的な被害要因の整理

東日本大震災においては、地震動による被害、液状化による被害に加え、津波による被害など、被害の要因が多岐にわたった。

管きよ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ9割を占めた。人孔被害についても液状化による被害が約7割と高い割合であった。

なお、管路の津波被害については、浸水域での調査が未実施である地域もあることから、アンケート調査結果からは明確に把握は難しいと考えられる。

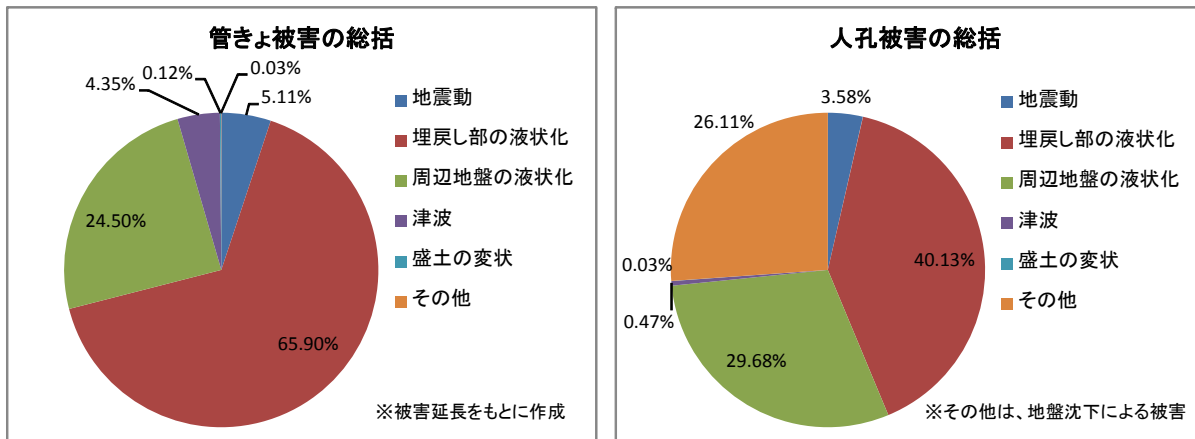


図2-1 管路における被害要因割合

処理場及びポンプ場においては津波による被害割合が半数以上と多い傾向であった。

被害割合と被害場数（処理場：16/86、ポンプ場：37/75）から、津波被害を受けた処理場、ポンプ場では多くの施設で被害が発生していると考えられる。

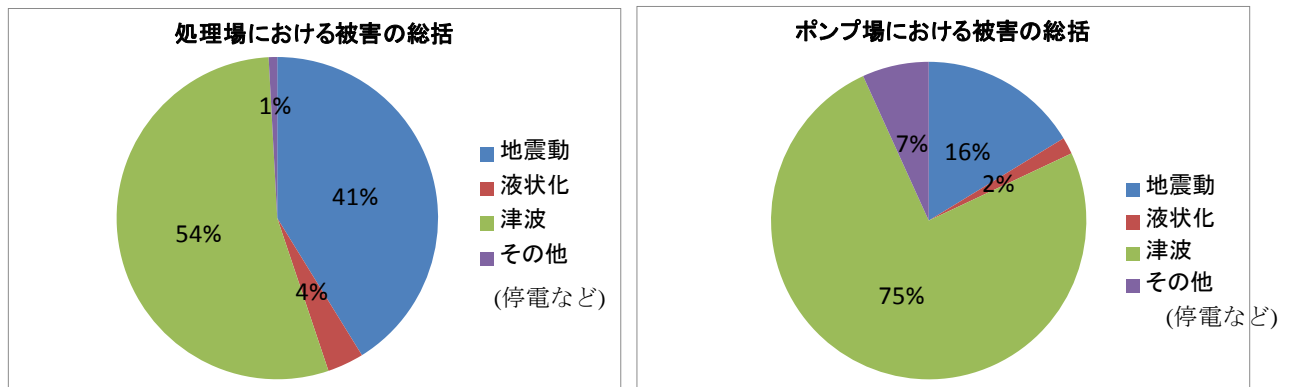


図2-2 処理場、ポンプ場における場内施設を対象とした被害要因割合

※被害要因を複数回答している場合は、それぞれの要因に対して被害を計上

アンケート結果に基づく管路の被害は、表 2-1 より、1 都 7 県に及び、被害要因別では、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による被害は宮城県で最も多く発生し、「周辺地盤の液状化」による被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。また、「津波」による被害は岩手県及び宮城県のみで、「盛土の変状」による被害は福島県及び岩手県のみで発生した。

表 2-1 アンケート結果に基づく被害総括表【管路】

都道府県	市町村等 団体数	管渠被害延長(km)						人孔被害(個)					
		地震動	埋戻し部の 液状化	周辺地盤の 液状化	津波	盛土の 変状	その他	地震動	埋戻し部の 液状化	周辺地盤の 液状化	津波	盛土の 変状	その他
岩手県	8	0.09	4.97	0.00	16.22	0.02	0.10	0	54	0	47	1	3,980
宮城県	31	12.45	175.31	10.49	0.50	0.00	0.00	318	4,849	560	25	0	26
福島県	13	0.30	39.90	1.05	0.00	0.44	0.00	110	612	15	0	3	0
茨城県	30	6.80	31.58	26.38	0.00	0.00	0.00	116	635	488	0	0	0
栃木県	3	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	6	7	0	0	0	0
千葉県	8	0.00	0.04	51.60	0.00	0.00	0.00	0	1	3,369	0	0	0
東京都	1	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	0.00	0	0	122	0	0	0
新潟県	2	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
合計	96	19.63	253.41	94.23	16.72	0.46	0.10	550	6,158	4,554	72	4	4,006

アンケート結果に基づく処理場の被害は、表 2-2 より、1 都 9 県に及び、被害要因別では、「地震動」による被害は宮城県及び茨城県で多く発生し、「液状化」による被害は東京都で最も多く発生した。また、「津波波圧」「津波漂流物」「津波浸水」による被害は宮城県で最も多く発生した。

表 2-2 アンケート結果に基づく被害総括表【処理場】

都道府県名	被災施設 処理場数	被災要因別の被災処理場数※				
		地震動	液状化	津波 波圧	津波 漂流物	津波 浸水
青森県	2	2	0	0	0	0
岩手県	4	2	1	2	2	4
宮城県	21	17	2	8	6	7
福島県	7	5	1	1	1	2
茨城県	13	13	2	0	0	0
栃木県	4	4	1	0	0	0
埼玉県	2	2	0	0	0	0
千葉県	3	3	0	0	0	0
東京都	4	4	3	0	0	0
神奈川県	9	9	0	0	0	0

※重複あり（1つの処理場で複数の被災要因を含むケースがあるため）

アンケート結果に基づくポンプ場の被害は、表 2-3 より、5 県で発生し、全ての被害要因において、宮城県で最も多くが発生した。

表 2-3 アンケート結果に基づく被害総括表【ポンプ場】

都道府県名	被災ポンプ場数	被災要因別の被災ポンプ場数※				
		地震動	液状化	津波波圧	津波漂流物	津波浸水
青森県	2	0	0	0	0	2
岩手県	5	1	0	1	1	5
宮城県	33	16	3	24	19	23
福島県	2	0	0	0	0	2
茨城県	6	3	1	2	0	2

※重複あり（1つのポンプ場で複数の被災要因を含めケースがあるため）

特徴的な被害要因を整理すると以下の通りとなる。

【被害要因】

- ・管きよ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ9割を占めた。
- ・人孔被害についても液状化による被害が約7割と高い割合であった。
- ・処理場及びポンプ場においては津波による被害割合が半数以上と多い傾向であった。
- ・津波被害を受けた処理場、ポンプ場では多くの施設で被害が発生していると考えられる。

【地域特性】

- ・管路で「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による被害は宮城県が最も多い。
- ・管路で「周辺地盤の液状化」による被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。
- ・処理場で「地震動」による被害は宮城県及び茨城県で多く発生した。
- ・処理場で「液状化」による被害は東京都で最も多く発生した。
- ・処理場で「津波波圧」「津波漂流物」「津波浸水」の被害は宮城県で最も多く発生した。
- ・ポンプ場では全ての被害要因において、宮城県で最も多く発生した。

以上から、アンケート調査結果より、特徴的な被害要因が管路では液状化、処理場・ポンプ場では津波であることから、これらに着目して分析を行うものとする。

2.2 液状化による管路施設被害

2.2.1 液状化による被害概況

① 被害要因の分類

図 2-4 に示すように埋戻し部の液状化によるものと、周辺地盤の全面的液状化によるものの、大きく次の 2 つの形態に分類される。

a) 埋め戻し部の液状化

管路施設の埋め戻し部分のみ液状化する場合(図 2-3 の a)

b) 周辺地盤の全面液状化

周辺地盤を含めて周辺地盤の液状化する場合(図 2-3 の b)※宅地からも噴砂が見られる状態

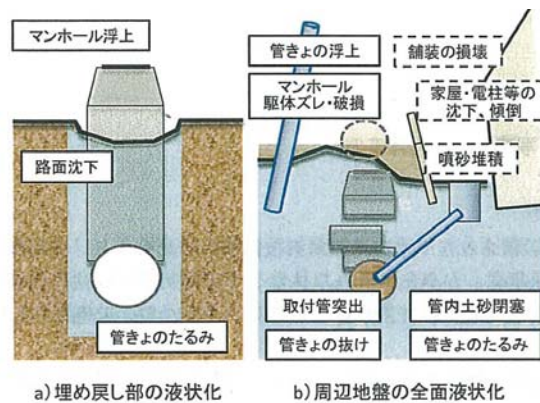


図 2-3 下水道管路施設の被害要因の分類

② 液状化被害の発生分布

図 2-4 にアンケート結果を基に液状化による被害を市町村別に整理した図を示す。埋戻し部の液状化による被害は、岩手県、宮城県、福島県の東北地方に比較的多く見られ、周辺地盤の液状化による被害は、東京都、千葉県、茨城県の関東地方に集中していることが分かる。

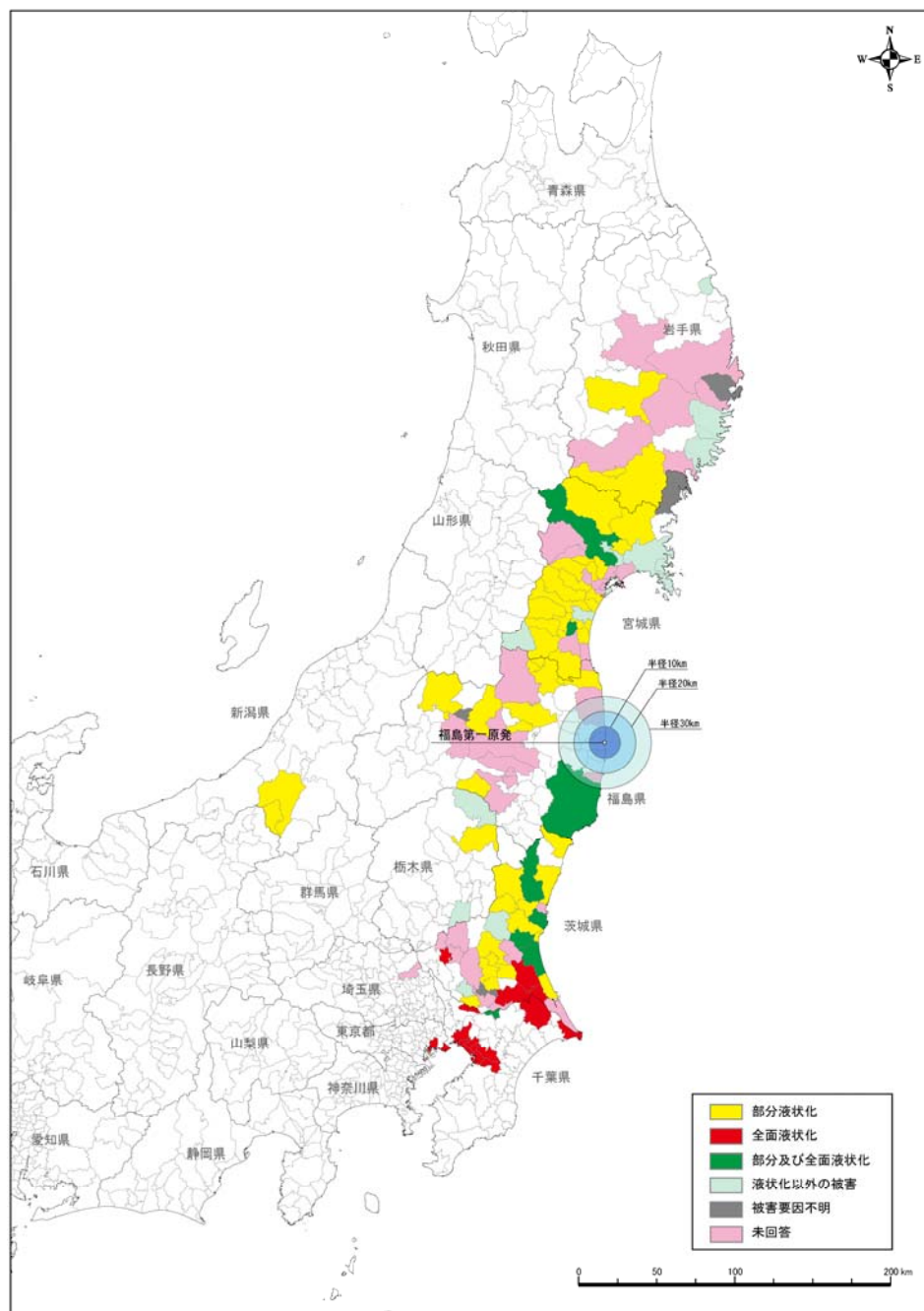


図 2-4 液状化による被害状況（2011.12.9 時点のアンケート結果に基づく）

※ 上図は、アンケート調査に対し、管路被害があったと回答した自治体について、市町村単位で着色を行ったものである。

③液状化による被害概況のまとめ

- ・震源近くの岩手県、宮城県は埋め戻し部の液状化が発生し、路面異常や管渠のたわみ人孔被害が発生した。
- ・震源から離れた東京都、千葉市など関東地方沿岸部を中心に周辺地盤の液状化が発生した。

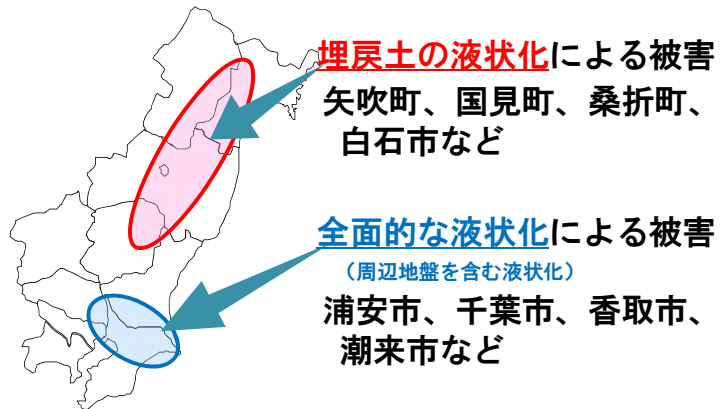


図 2-5 液状化の発生概略位置図

2.2.2 周辺地盤の液状化による被害

(1) 被害の概要

周辺地盤の液状化（全面液状化）による被害を整理すると以下のとおりである。

周辺地盤の液状化で管路に被害を受けている自治体は 21 自治体 であり、管きよ被害では土砂堆積が 34%、人孔被害では沈下が 41%であった。

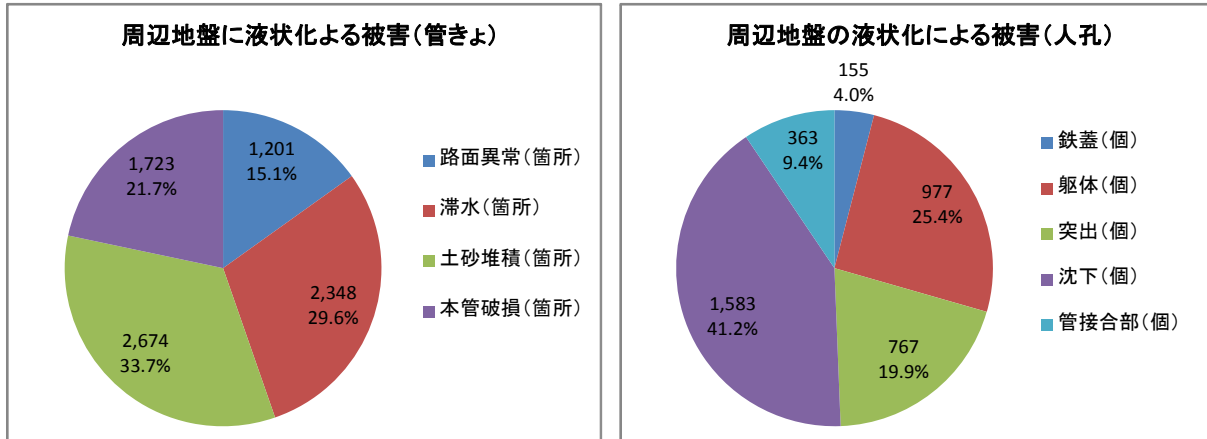


図2-6 周辺地盤の液状化による被害形態

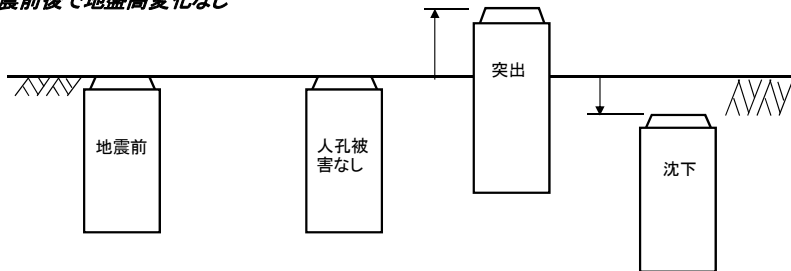
人孔被害

- 「鉄蓋」：鉄蓋のズレ
- 「躯体」：躯体のズレ、ひび割れ
- 「突出」：液状化による人孔の突出
- 「沈下」：液状化による人孔の沈下
- 「管接合部」：人孔と本管接合部の破損

管きよ被害

- 「路面異常」：管路埋設路線上の路面の隆起・陥没
- 「滞水」：管路の逆勾配、閉塞による人孔・管渠内の汚水の滞水
- 「土砂堆積」：土砂堆積による管閉塞
- 「本管破損」：本管受口抜け、破損

○地震前後で地盤高変化なし



○地震前後で地盤高変化あり

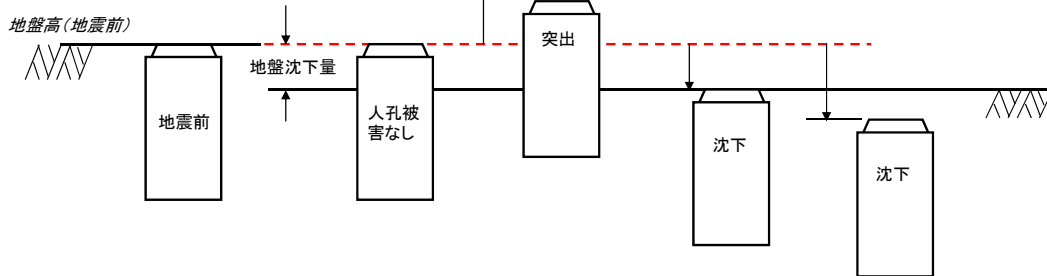
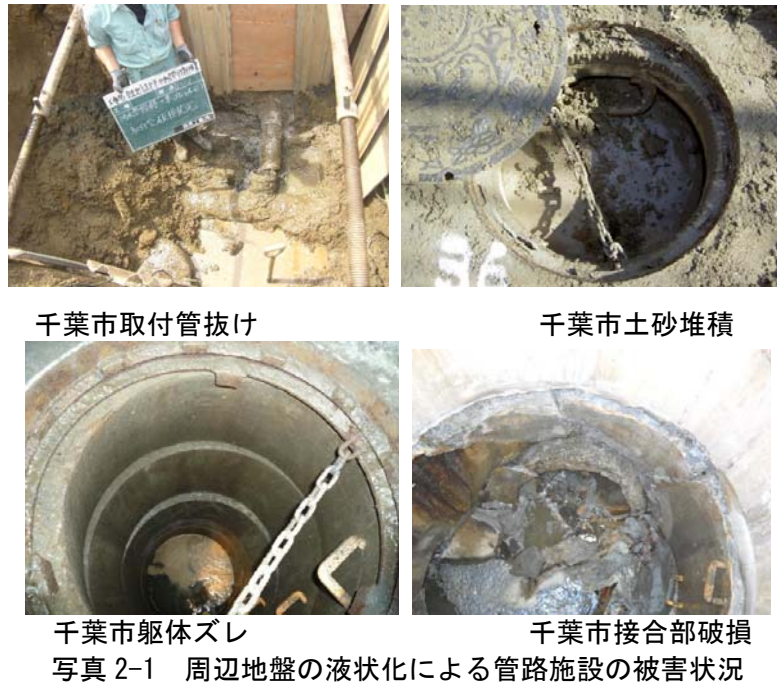


図2-7 人孔突出、沈下の見分け方



(2) 管きよ被害と震度階級

管きよ被害と震度階級の関係を整理すると、震度7で2.92%、震度6強で0.21%、震度6弱で1.75%、震度5強0.78%、震度5弱で0.03%の被害率であり、全体では0.38%の被害率と、震度と被害率の関係は、震度が大きくなるほど被害率が増加する。ただし、震度6強の被害率が少ない。その理由として、震度6強の自治体は宮城県沿岸部の自治体が多く、アンケート調査時に津波被害等により被害調査が行われていないためこのような結果となった可能性がある。

周辺地盤の液状化被害は、過去の地震でも事例が少ないため、より詳細な調査を実施する。

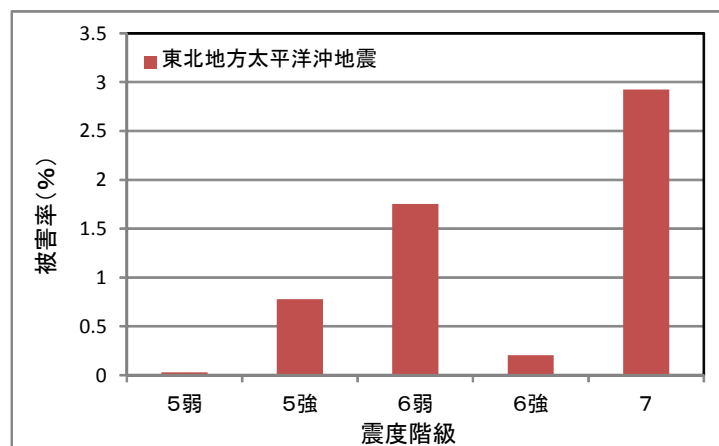


図2-8 震度階級と被害率の関係（周辺地盤の液状化）

(3) 周辺地盤の液状化による被害整理

- ・管きよ被害では、土砂堆積被害が多いのが特徴としてあげられる。
- ・人孔では躯体と沈下の被害が多くなっている。
- ・震度が大きいほど被害率は増加する。

2.2.3 埋め戻し部の液状化による被害

(1) 被害の概要

埋め戻し部の液状化（部分液状化）による被害形態を整理すると以下のとおりである。

埋め戻し部の液状化で管路に被害を受けている自治体は 61 自治体 であり、管きよ被害では滞水が 52%、人孔被害では突出が 52%であった。

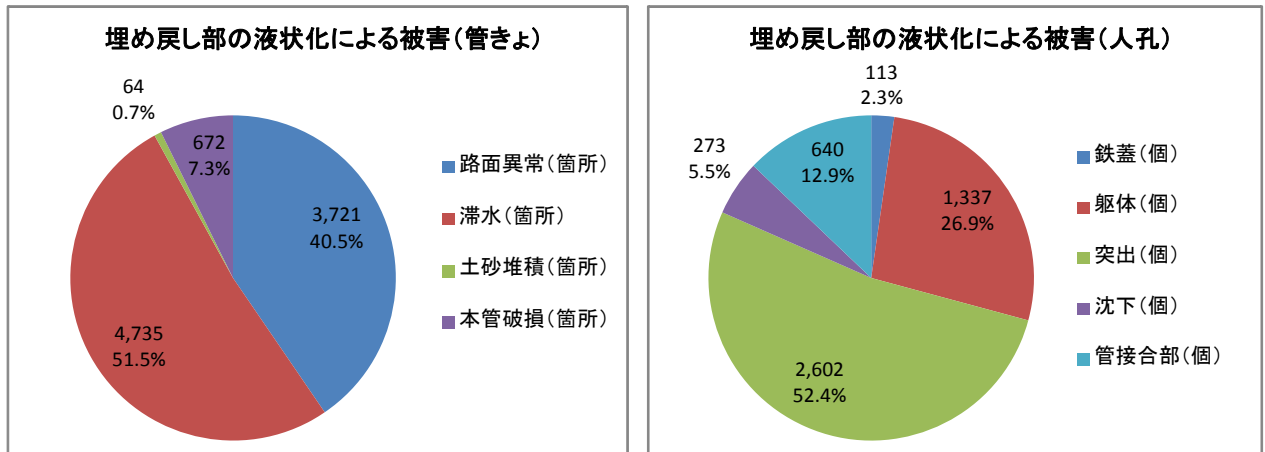


図2-9 埋め戻し部の液状化（部分液状化）による被害形態



栃木県真岡市人孔突出、路面異常



栃木県大田原市人孔突出、路面異常

写真 2-2 埋戻し部の液状化による管路施設の被害状況

(2) 管きよ被害と震度階級

管きよ被害と震度階級の状況を整理すると、震度7で1.83%、震度6強で1.58%、震度6弱で1.66%、震度5強0.96%の被害率であり、全体では1.60%の被害率と、震度階級にほぼ比例して被害率が増加する傾向となった。

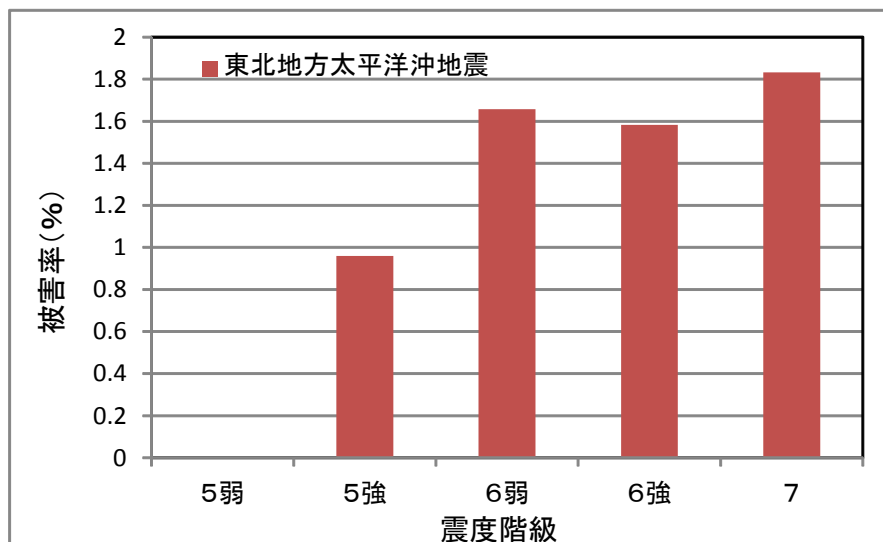


図2-10 震度階級と被害率の関係 (埋戻し部の液状化)

震度階級毎に管きよの被害内容を整理すると、震度6弱を超えるとほぼ同じ比率で被害が発生している。

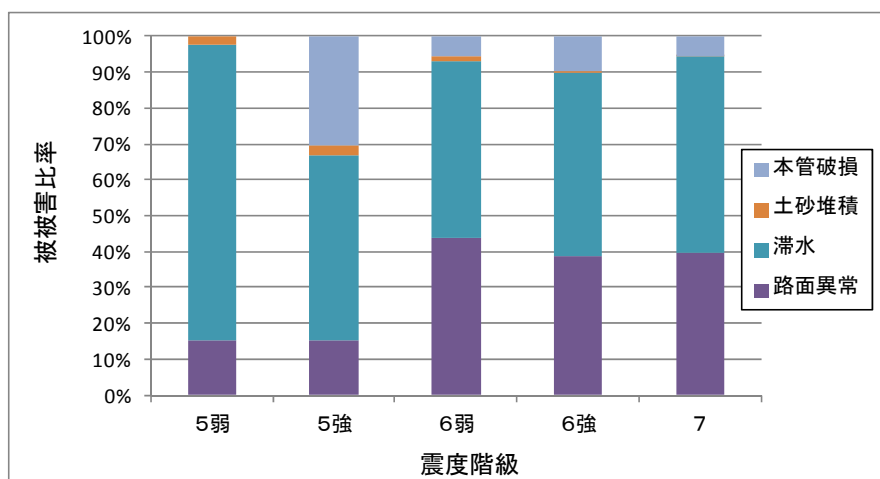


図2-11 震度階級と管きよ被害内訳の関係 (埋戻し部の液状化)

震度階級によって、ほぼ比例して被害が増加する傾向が見られるが、管きよの被害内容の比率は震度6弱を超えてからは、ほぼ同じであることがアンケート結果より得られた。

一方、人孔被害では、震度6弱を超えるとさまざまな部位で被害が発生しており、人孔の沈下被害も発生していることが確認された。

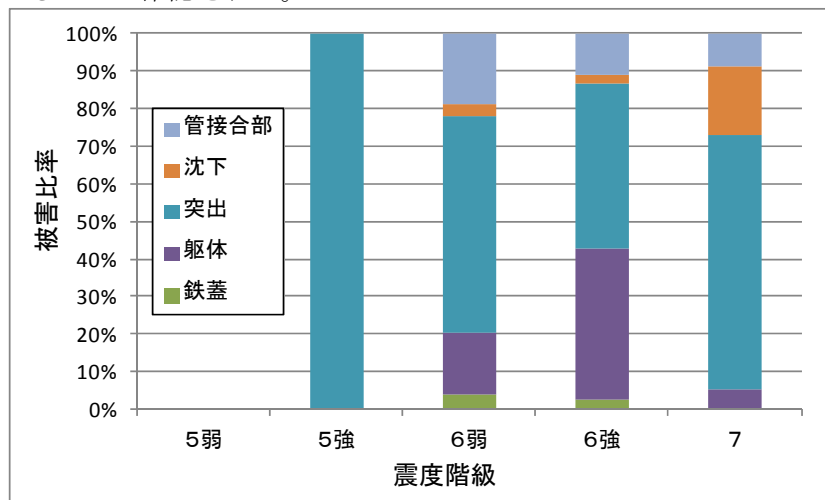


図 2-12 震度階級と人孔被害内訳の関係 (部分液状化)

(3) 管種別の被害率

埋戻し部の液状化の管種別被害率は、ヒューム管で 0.83%、塩ビ管で 2.34%、陶管で 3.95%であった。埋戻し部の液状化で管種別の被害率が異なるのは、埋設深、管の重量、管の構造、強度等の違いによるものと考えられる。

埋め戻し部の液状化被害は、埋戻し部が液状化することによる管きよの浮き上がり被害が特徴的な被害となっており、単位体積重量の軽い塩ビ管の方がヒューム管よりも被害率が高い。

また、陶管での被害は、仙台市で発生している。

表 2-4 埋戻し部の液状化による管種別被害率

項目	ヒューム管	塩ビ管	陶管
整備延長(km)	5,283	8,311	328
被害延長(km)	44	195	13
被害率(%)	0.83	2.34	3.95
対象団体数	33	55	1

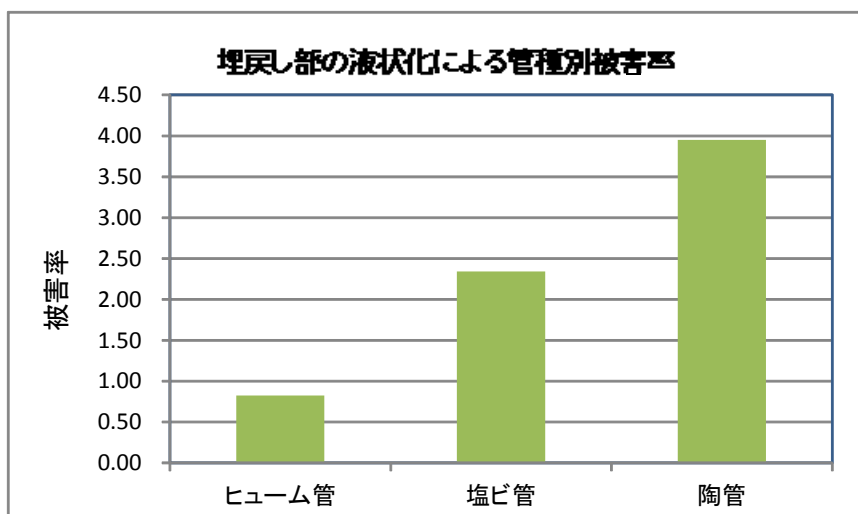


図 2-13 埋戻し部の液状化による管種別被害率

(4) 過去の地震との比較

埋戻し部の液状化が原因で下水道施設に大きな被害を発生させた新潟県中越地震の被害事例との比較を行う。

新潟県中越地震では、震度7で21.6%、震度6強で16.7%、震度6弱で4.1%、震度5強で3.8%、震度5弱0.8%の被害率で、全体では4.7%の被害率であった。

一方、今回の地震では、埋戻し部液状化被害は震度7で1.8%の被害率であった。被害率は新潟県中越地震の被害より低い傾向であった。

表2-5 過去の地震動との比較（埋戻し部の液状化）

新潟県中越地震			東北地方太平洋沖地震		
【管渠】			【管渠】		
第1位	路面異常	5,908 箇所	第1位	人孔滞水	4,735 箇所
第2位	人孔滞水	3,149 箇所	第2位	路面異常	3,721 箇所
【人孔】			【人孔】		
第1位	突出	1,453 箇所	第1位	突出	2,602 箇所
第2位	躯体	604 箇所	第2位	躯体	1,337 箇所

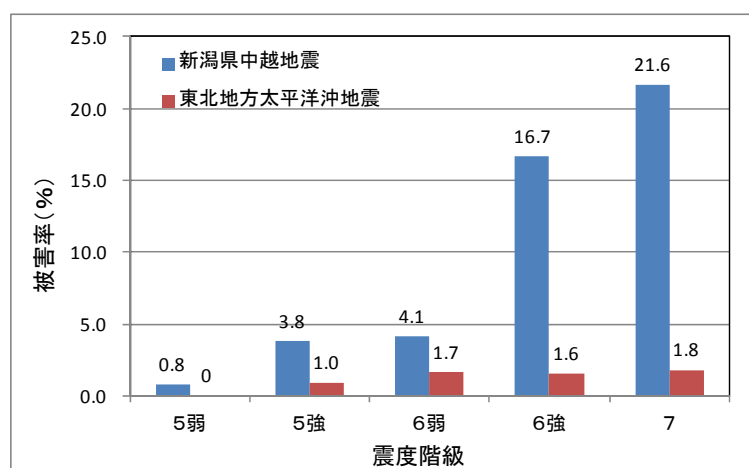


図2-14 震度階級と被害率の関係

埋戻し部の液状化による被害を、今回の地震と新潟県中越地震とで被害内容を比較すると、管きよ被害では、路面異常と人孔滞水が上位2位を、人孔被害では突出と躯体が上位2位を占め、両地震の被害状況は同様な傾向であった。

(5) 埋戻し部の液状化による被害整理

- ・管きよ被害では、路面異常や滞水被害が大半を占めている。
- ・人孔被害は、躯体や突出の被害が多くなっている。
- ・管きよは震度階級にほぼ比例して被害率が増加する。
- ・管種別の被害率は、ヒューム管、塩ビ管、陶管の順で大きくなっていく。

2.3 津波の衝撃及び津波浸水による被害

2.3.1 処理場・ポンプ場

(1) 被害の概要

津波の被害要因としては、波圧、漂流物、浸水が挙げられる。アンケート調査結果による場内施設を対象とした被害要因別の被害割合を整理すると、波圧、漂流物、浸水の被害比率はほぼ同様であった。

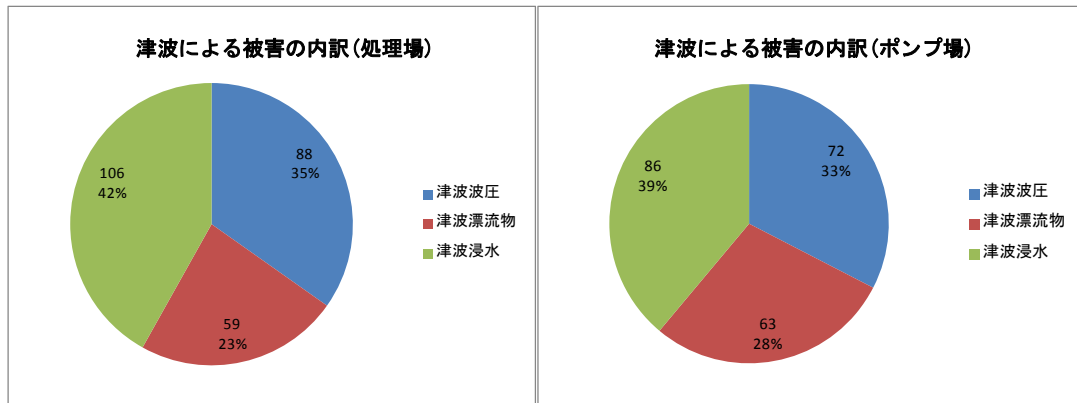


図 2-15 場内施設を対象とした被害要因別の被害割合



波圧による津波浸入方向の壁面被害



漂流物による建築物への直接被害



浸水による室内設備の水没被害

写真 2-3 処理場・ポンプ場における津波被害の代表事例

(2) 被害の特徴

アンケート調査に対し、地震動により受けた被害と津波により受けた被害を比べるために、津波により被害があった処理場内の施設（23 施設区分）に対する被害集計割合を用いて、今回の津波被害の特徴等を整理した。

①地震動による被害との対比

- 地震動と津波による被害傾向を比較すると、土木施設は地震動による被害が多く、電気設備は津波による被害が多い傾向があった。
- なお、電気設備の被害では、津波による電気室や水処理施設の現場操作盤などの水没や流失による機能停止が大半である。

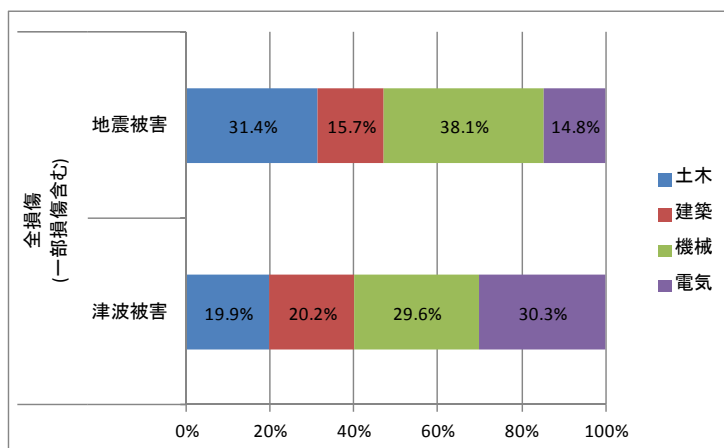


図 2-16 地震と津波の施設別被害の相対比較

- 図 2-17 より、津波被害を受けた処理場・ポンプ場の本復旧までの時間（機能停止時間）が、津波以外の要因により被害を受けた処理場・ポンプ場よりも長いことがわかる。
- 津波以外の要因により被害を受けた処理場では、概ね 1 か月以内には本復旧しているが、津波被害を受けた処理場では本復旧に数年を費やすものもある。
- 過去に最も被害が大きかった兵庫県南部地震での東灘処理場（神戸市）の復旧期間が約 100 日であったことを考えても、今回は稼働停止期間が長いことがわかる。

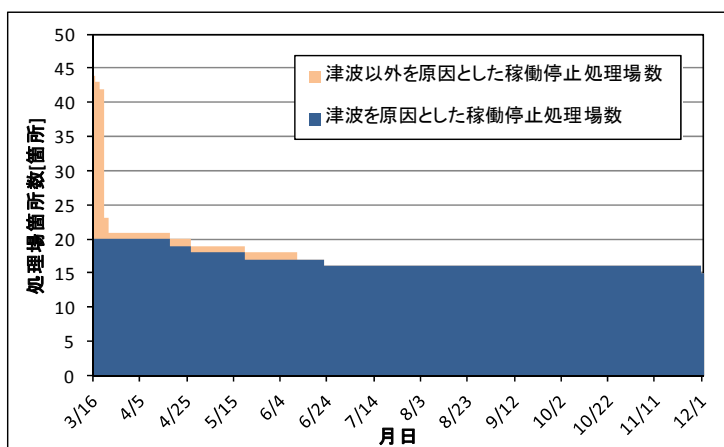


図 2-17 処理場における稼働停止状況

※ 稼働停止した 48 処理場のうち、汚水の流入・発生がないことにより稼働停止した 4 処理場を除く、44 処理場を対象として作成したものである。

③津波被害の特徴分析

津波被害の特徴分析として、波圧被害に対しては海岸からの距離と被害との関係、浸水被害に対しては津波浸水深と被害との関係について整理を行う。

a. 海岸からの距離と被害の関係

- ・ 海岸からの距離と津波による処理場内の施設被害割合の関係を見ると、海岸からの距離が短いほど、被害の程度は大きいと判断できる。
- ・ 海岸より 1000m までは全機能停止が半数程度であるが、それ以上は減少傾向である。

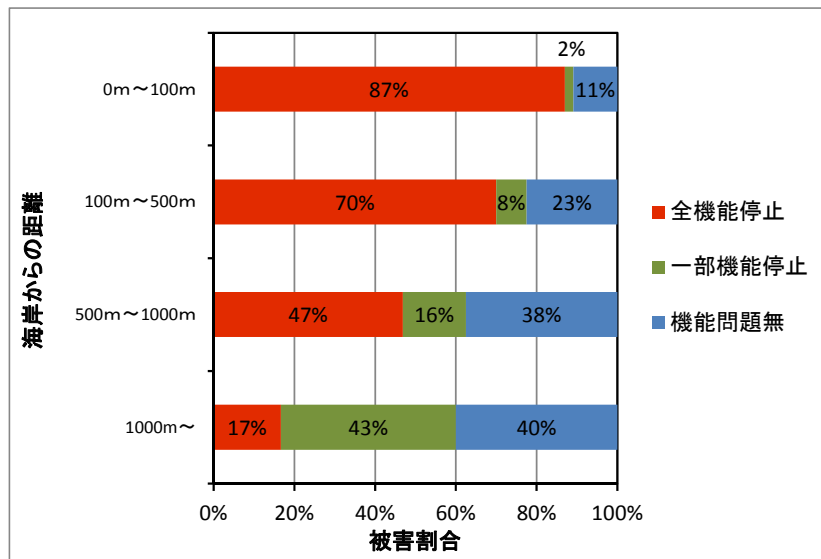


図 2-18 海岸からの距離と機能停止状況における被害割合の関係

- ・ 海岸からの距離と処理場内の施設被害の要因（波圧、浸水、漂流物）の関係を見ると、海岸からの距離が短いほど波圧による被害が多く、長くなれば浸水や漂流物による被害割合が増加する傾向である。

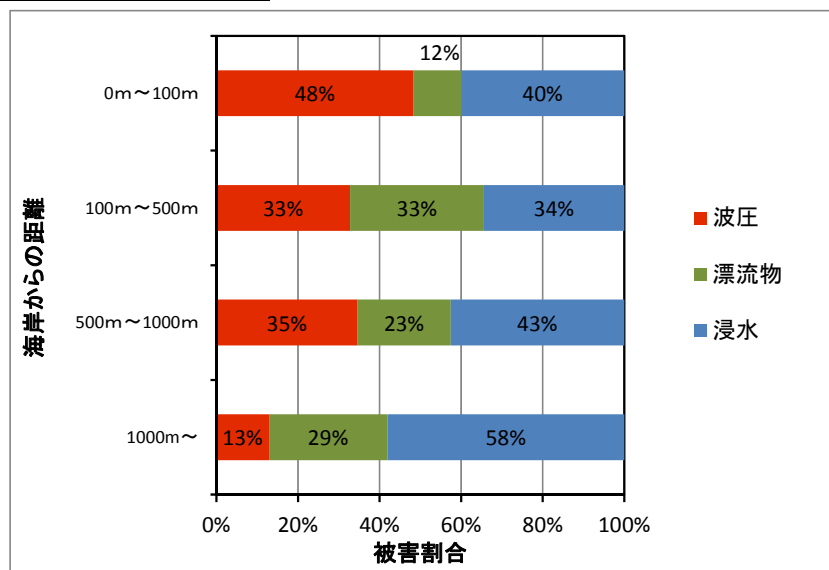


図 2-19 海岸からの距離と被害要因における被害割合の関係

※アンケートでの被害要因の回答は施設に対して複数可能となっている

b. 津波浸水深と被害との関係

- 津波浸水深と、処理場内の施設被害の程度（損傷状況、機能状況）の関係を見ると、浸水深が小さければ、全機能停止ではなく一部機能停止にとどまる結果となっている。
- 浸水深が 1m～1.5m より全機能停止が半数を超えることから、今後、対策の範囲や手法を検討する上で参考になると考えられる。なお、浸水深 8.5m～9m の「機能問題無」は、流入渠及び放流渠・吐口における電気設備、機械設備のない土木施設である。

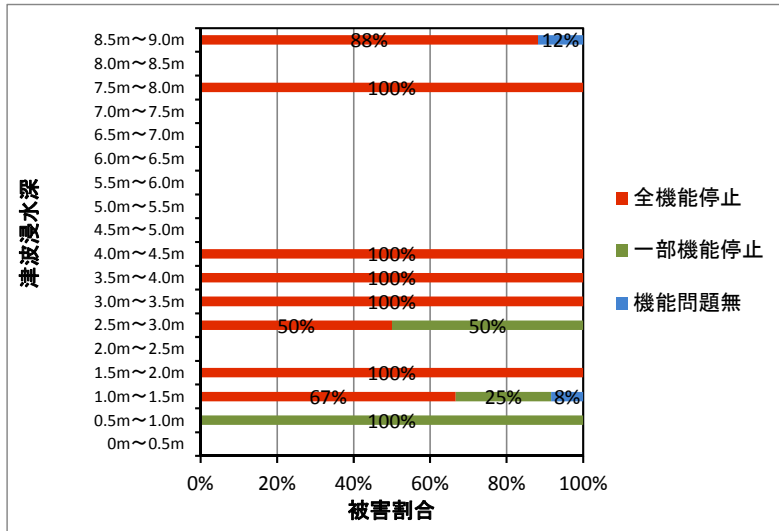


図 2-20 津波浸水深と機能停止状況における被害割合の関係

- 津波浸水深と被害の工種の関係を見ると、浸水深が 0～4m までは機械または電気の被害が主体であるが、浸水深が大きくなると、被害工種が複合化（土木、建築、機械、電気）する。
- 浸水深が 4m までの場合は特に機械・電気工種への津波対策、それ以上になれば全工種を対象とした津波対策が必要であると考えられる。

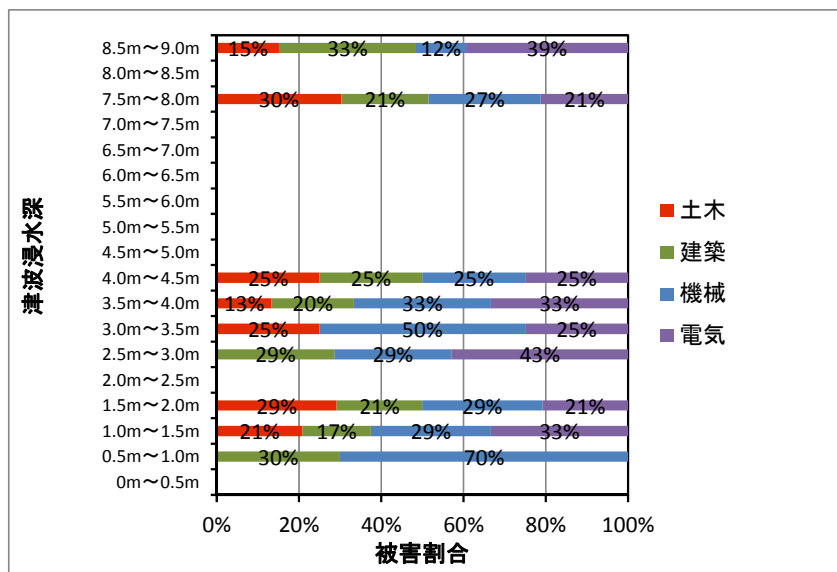


図 2-21 津波浸水深と被害工種における被害割合の関係

(3) 処理場・ポンプ場の被害整理

アンケート結果に基づく処理場・ポンプ場の被害特徴を整理すると以下の通りである。

- ・土木施設は地震動による被害が多く、電気設備は津波による被害が多い傾向である。
- ・津波被害を受けた処理場・ポンプ場は津波以外で被害のあったものより本復旧までの時間（機能停止時間）が長期化する傾向である。
- ・海岸との距離が短いほど全機能停止被害が大きい。また、被害要因としても海岸との距離が短いほど波圧が多い傾向である。
- ・津波浸水深が1m～1.5m以上から全機能停止が半数を超える傾向である。
- ・浸水深が0～4mまでは機械または電気の被害が主体となっている。

2.3.2 管路（参考）

(1)被害の概要

アンケートの回答のあった自治体のうち、津波による管渠被害を挙げている自治体は、女川町、野田村、釜石市の3自治体であり、最も被害が大きかったのは、釜石市（被災延長 16.05km）である。

- ・津波による人孔被害は、マンホール蓋の流出被害が大半を占めている。（写真 2-4）
- ・津波によるマンホールポンプの被害もあった。被害状況としては浸水による制御盤の機能停止被害である。
- ・釜石市においては、津波の衝撃による水管橋被害が生じている。（写真 2-5）
- ・気仙沼市では、管路内に浸入した津波により、幹線管きよ（汚水）の人孔蓋が飛散し、道路上に大きな水柱が上がる現象が発生した。（写真 2-6）



宮城県女川町（蓋の流出）



宮城県女川町（蓋の流出）

写真 2-4 女川町でのマンホール蓋被害



写真 2-5 岩手県釜石市 矢ノ浦水管橋被害状況



写真 2-6 気仙沼市蓋の飛散 （提供：気仙沼市小山氏）

(2)対策方針

- ・マンホール蓋の流出被害が大半を占めている。
⇒JSWAS 飛散防止ふたを使用して流出を防ぐことが考えられる。
- ・津波によるマンホールポンプの被害もあった。被害状況としては浸水による制御盤の機能停止被害である。
⇒地震後対応として、電源の確保とポンプなどの準備。
- ・津波の衝撃による水管橋被害が生じている。
⇒地震後対応として、電源の確保とポンプなどの準備。
- ・管路内に浸入した津波により、人孔蓋が飛散した。
⇒吐き口等からの海水の逆流を防止するゲート操作が必要である。また JSWAS 飛散防止蓋との併用が考えられる。

3. 被害傾向分析と対策方針

アンケートによる被害傾向を踏まえ、今回の特徴的な被害である管路の液状化被害、処理場・ポンプ場の津波被害についていくつかの個別対象から詳細な被害傾向分析を行い、対策方針の検討を行う。

3.1 被害傾向分析の対象及び考え方

3.1.1 管路の液状化被害

(1) 被害傾向分析の対象

周辺地盤の液状化が発生した地域には、東京湾岸地域と利根川下流域に集中しており、これらの地域から被害傾向分析の対象自治体を選定する。

選定については、アンケート結果より周辺地盤の液状化被害で被害の大きかった自治体について分析を行う。

対象自治体の選定結果を以下に示す。

表 3-1 被害傾向分析の対象自治体

周辺液状化地区	対象自治体	被害延長
東京湾岸の液状化地区	千葉県浦安市	22.30km
	千葉県千葉市	7.60km
利根川下流域の液状化地区	茨城県稲敷市	15.20km
	千葉県香取市	13.10km

(2) 被害傾向分析の考え方

周辺地盤の液状化が発生しやすい地盤特性について整理する。被害傾向分析に上げた自治体でのアンケート結果から、各自治体での被害の特徴は、浦安市では人孔の躯体ズレ被害、千葉市では人孔の沈下、稲敷市では側方流動による継手の抜け、全ての対象自治体に対して管きょ内への土砂堆積について整理する。

表 3-2 被害分析における整理事項

被害分析における整理事項	対象自治体
(1)被害の発生しやすい地盤特性	浦安市、千葉市、香取市、稲敷市
(2)人孔の躯体ズレ被害	浦安市
(3)人孔の沈下被害	千葉市
(4)側方流動による継手の抜け被害	稲敷市
(5)管きょ内への土砂堆積被害	浦安市、千葉市、香取市、稲敷市

3.1.2 処理場・ポンプ場の津波衝撃・津波浸水被害

(1) 被害傾向分析の対象施設

処理場とポンプ場の各々に対して、津波衝撃（波圧・漂流物）と津波浸水の2つの被害要因毎で、被害傾向分析の対象施設を選定する。

選定については、傾向把握を行う上で被害施設数が多い方が効果的であることから、アンケート結果より津波による被害施設数が多いことを基準に、処理場・ポンプ場の選定を行う。

対象施設の選定結果を以下に示す。

表 3-3 被害傾向分析の対象施設

	処理場	ポンプ場
津波 衝撃	<ul style="list-style-type: none">・ 宮城県仙台市南蒲生浄化センター・ 宮城県県南浄化センター・ 岩手県大船渡市大船渡浄化センター	<ul style="list-style-type: none">・ 宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場・ 宮城県名取市新町ポンプ場・ 宮城県石巻第6汚水中継ポンプ場
津波 浸水	<ul style="list-style-type: none">・ 宮城県仙塩浄化センター・ 宮城県石巻東部浄化センター・ 岩手県釜石市大平下水処理場・ 福島県南相馬市鹿島浄化センター	<ul style="list-style-type: none">・ 宮城県仙台市新北田排水ポンプ場・ 閑上雨水ポンプ場・ 宮城県名取ポンプ場・ 八戸市汚水中継ポンプ場

(2) 被害傾向分析の考え方

アンケート結果では津波被害の特徴として、波圧による被害に対しては海岸からの距離と被害との関係、浸水被害に対しては津波浸水深と被害との関係を確認した。

被害傾向分析では、第3次提言「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」での配慮すべき事項と被害状況との関係把握の観点等から、以下の項目について整理を行うものとする。

表 3-4 被害傾向分析における整理事項

被害傾向分析における整理事項	第3次提言の内容（その他の傾向把握）
(1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向（津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置との比較）	津波が想定される場合は、浸入方向を検討し、その方向にできるだけ平行な配置とする。
(2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向	施設の玄関、搬入扉等は津波進行方向と平行に配置する。
(3) 水処理施設の開口部覆蓋の被害傾向	コンクリート製蓋等により水処理施設の開口部に覆蓋を設置する。
(4) 躯体の構造様式における被害傾向	施設はコンクリート造とする。
(5) 漂流物の種類	（漂流物の種類による被害傾向）
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	（浸水深と機械・電気設備の被害との関連）

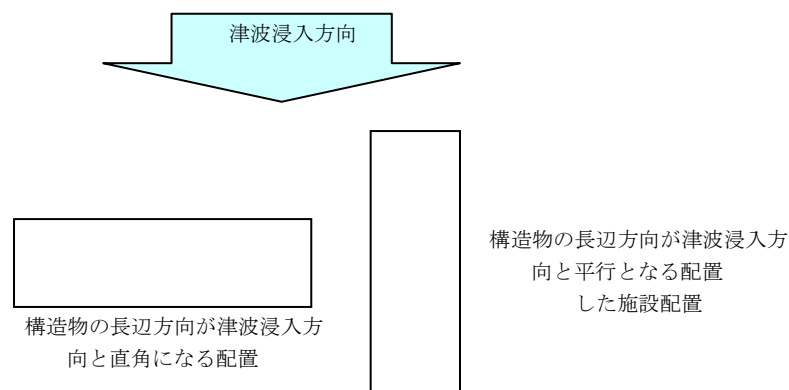


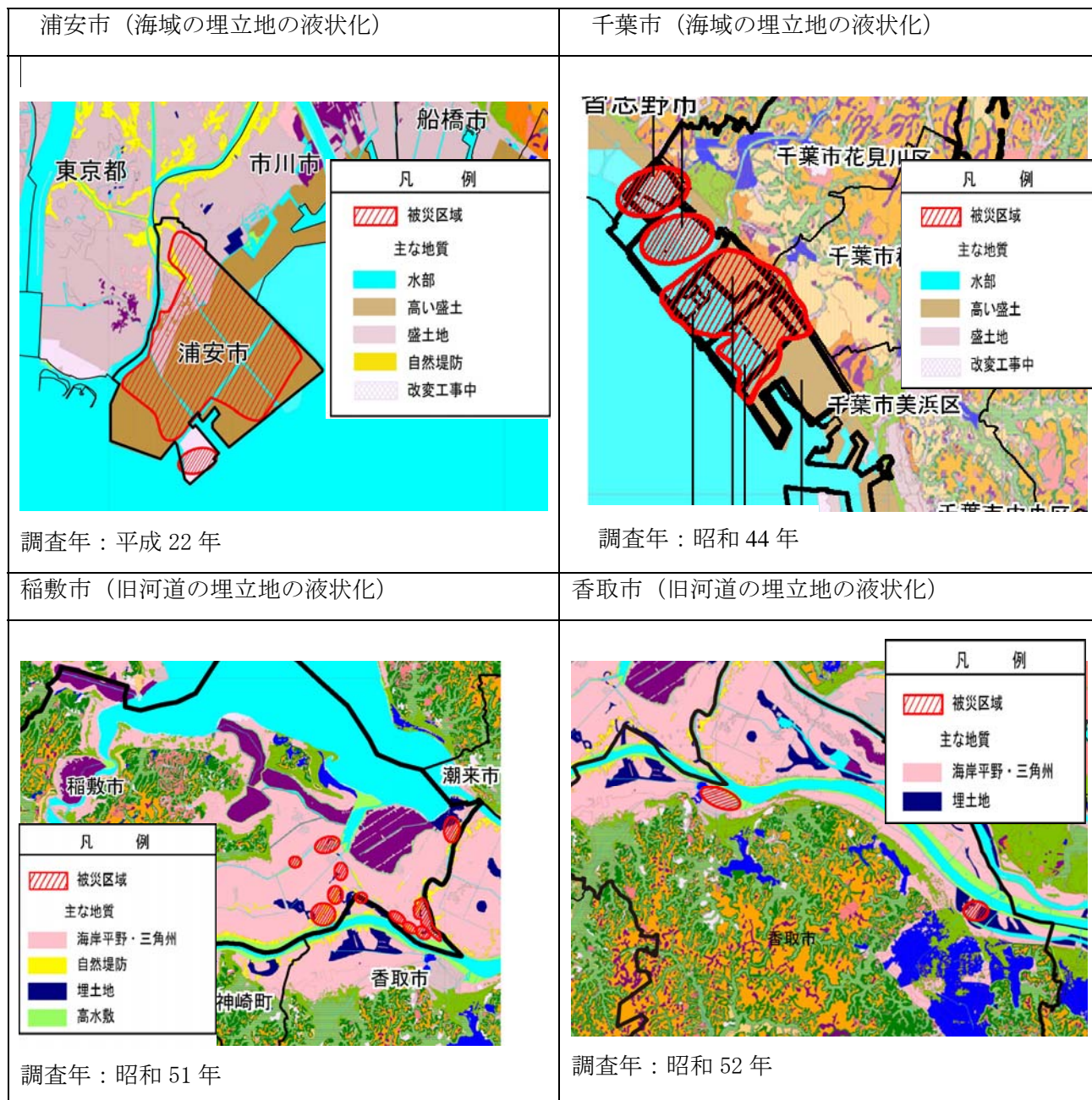
図 3-1 津波浸入方向と建物配置

3.2 被害傾向分析結果と対策方針

3.2.1 管路の液状化被害（周辺地盤の液状化）

(1) 被害の発生しやすい地盤特性

対象とした4自治体について、土地条件図を基に下水道施設の被害箇所を照らし合わせ、被害の分布状況を図3-2に整理する。



※出展：土地条件図（国土地理院）

図 3-2 被害箇所と土地条件図

周辺地盤の液状化により下水道施設の被害のあった場所は、浦安市や千葉市では海域での埋立地(高い盛土)、香取市や稲敷市では海岸平野・三角州(旧河道)を埋立て地域であり、共に人工改変地区で被害が発生していることが分かる。

(2) 人孔の躯体ズレ被害

人孔躯体のズレ被害が多かった浦安市で要因分析を行う。

浦安の被災地区では昭和45年ごろから造成に伴い下水道整備が行われている。その間に下水道用人孔もJISの側塊ブロックのタイプからJSWAS規格のものへと変遷しており、各時代で布設した人孔タイプによって被害率の状況が異なると想定した。また、道路専用位置についても被害の分析を行う。

1)人孔の布設年度との関係

人孔の布設年度別の躯体ズレ被害と組立人孔の変遷を整理すると次のようになる。

- ①側塊人孔が主流のS43年からS55年までに布設された人孔では、躯体ズレのあった人孔の割合（ズレ被害率）が4.2%と高い。
- ②組立人孔が市場に導入されたS55年以降は平均ズレ被害率2.5%、平成元年に下水道協会Ⅱ類認定以降は平均ズレ被害率2.4%と低くなっている。
- ③下水道協会規格取得のH17年以降では被害が起きていない。

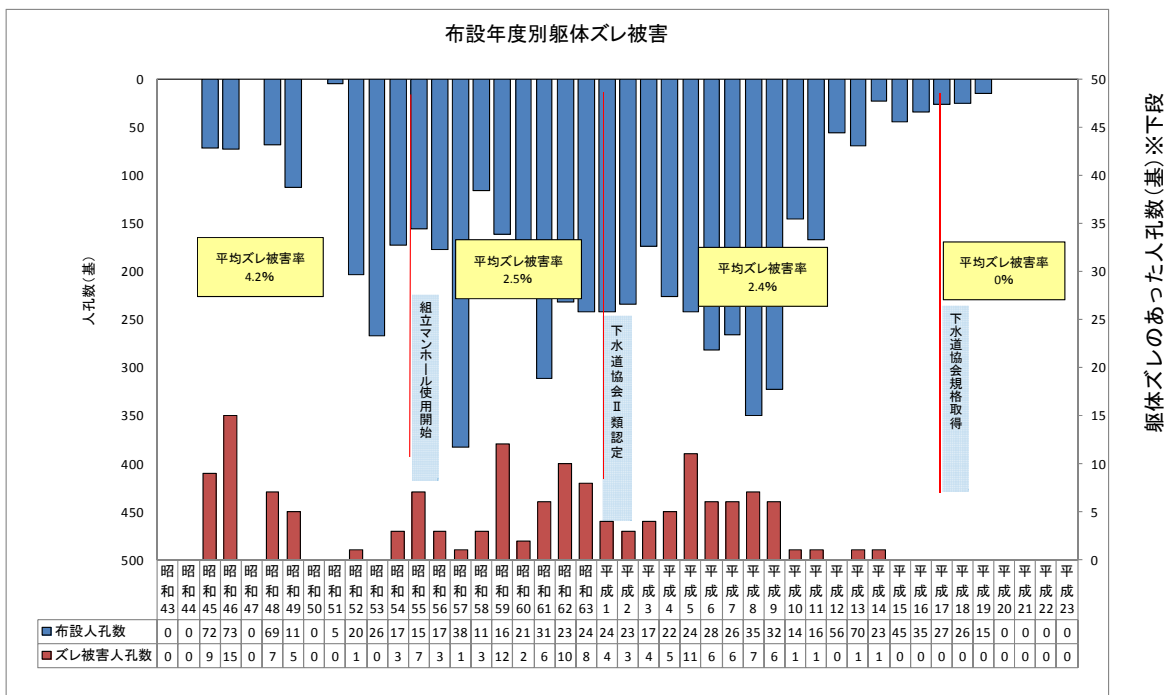


図 3-3 布設年度とズレ被害の人孔数

以上より、浦安市において組立人孔が採用された時期が不明確ではあるが、近年に布設された人孔はズレ被害が起これにくい傾向にある。下水道協会規格規定後の人孔にはズレは無く、組立人孔でのズレ被害は少なかったと考えられる。

2)道路占用位置との関係

次に人孔の道路占用位置の違いによる被害傾向について整理する。

浦安市における被害人孔の道路占用位置は、車道に埋設されている人孔が 417 基、歩道部に埋設されている人孔が 183 基、植樹帯に埋設されている人孔が 10 基となっている。一方、今回の地震による人孔のズレ被害は、歩道部に埋設されている人孔が高い（45%）傾向である。

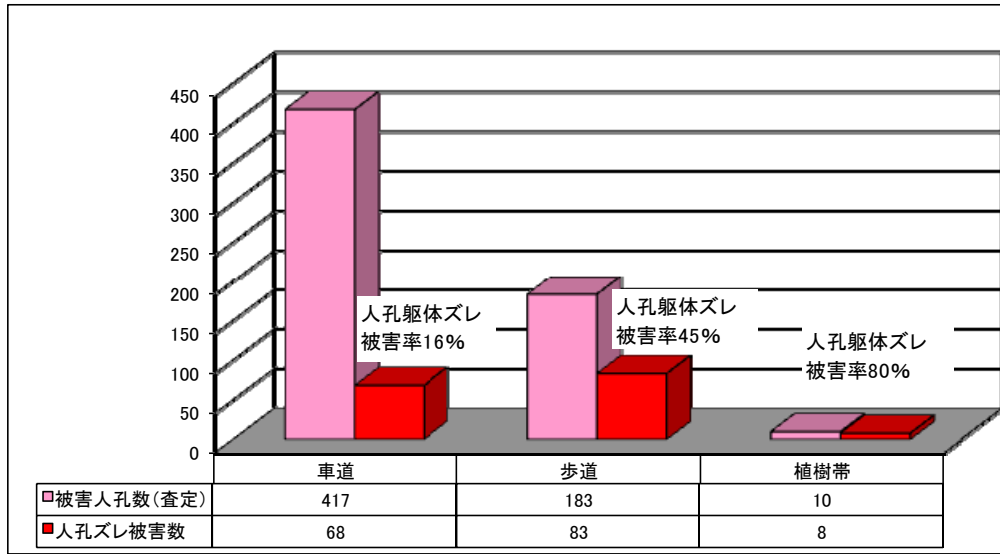


図 3-4 各道路占用位置における人孔ズレ被害数

3)人孔躯体ズレ被害のまとめ

人孔躯体ズレ被害の傾向をまとめると、組立人孔では構造上各ブロックを連結していることが被害を軽減させたものと思え、側塊タイプは各ブロックが連結されていないため被害が大きくなった。また周辺地盤の液状化は、埋戻し土の液状化に比べて、地盤の支持力低下が広範囲にわたり、地震動や地盤流動による現地盤の揺れ幅が大きくなる。この揺れ幅が車道や歩道などの舗装厚の違いによる拘束力や地盤の締固め度合いなどの違いにより人孔のズレや破損被害の発生に大きく関係していると考えられる。これらのことから、人孔の躯体ズレ防止対策が必要である。

(3) 人孔の沈下被害

人孔の沈下被害では、被害の多かった千葉市にて不同沈下量と被害率に関する傾向分析を行う。人孔の突出被害については、過去の新潟県中越地震などで埋戻し部の液状化で特徴的な人孔被害だが、今回の周辺地盤の液状化では逆に人孔が沈下(表面上は被害なし状態)する被害が発生した。

1) 千葉市での地盤の沈下状況

千葉市では測量基準点に対して地盤の沈下量を計測している。計測結果から沈下量の大きなところでは、45cmの沈下が観測されており、また、水平方向の移動は、主に東方向に移動しており、大きなところでは61cmの移動が観測されている。

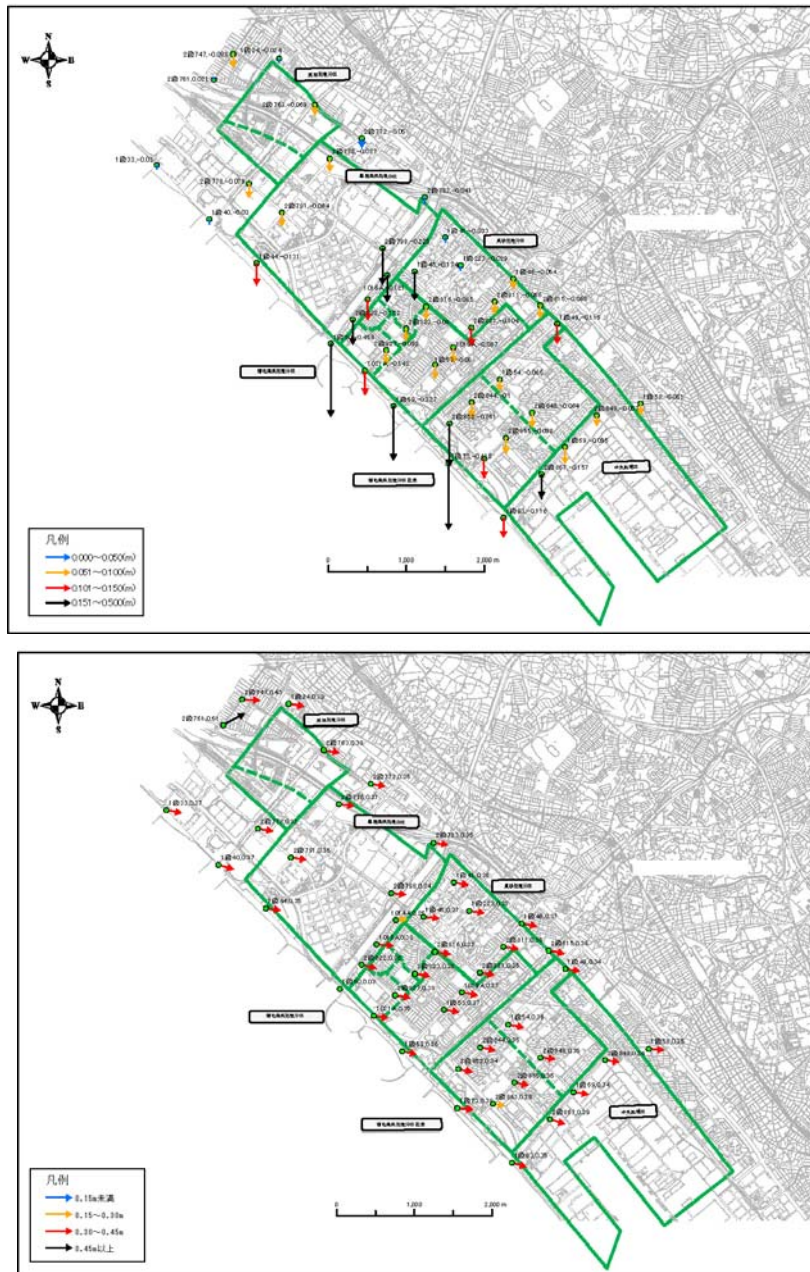


図 3-5 地盤の水平移動状況

2)人孔の不同沈下量と被害率の関係

千葉市での人孔沈下は、人孔が地盤と一緒に沈下した事による被害であり、人孔の沈下被害の傾向を把握するに当たり、災害査定資料にて被災前後での地盤高が測定されており、その結果を基に人孔の不同沈下量（上流側沈下量と下流側沈下量の差(図 3-6)）を算出し、管種別の被害率との関係を整理した。（表 3-5）

表 3-5 不同沈下状況と被害箇所数の関係

不同沈下量 (cm)	スパン数 (本)	被害有 (本)	被害無 (本)	被害率 (%)	HP				VU			
					スパン数 (本)	被害有 (本)	被害無 (本)	被害率 (%)	スパン数 (本)	被害有 (本)	被害無 (本)	被害率 (%)
1.0未満	113	42	71	37.17	43	22	21	51.16	63	18	45	28.57
1.0以上～2.0未満	186	84	102	45.16	87	48	39	55.17	85	29	56	34.12
2.0以上～3.0未満	144	54	90	37.5	42	26	16	61.9	93	25	68	26.88
3.0以上～4.0未満	110	48	62	43.64	41	24	17	58.54	65	23	42	35.38
4.0以上～5.0未満	84	45	39	53.57	30	20	10	66.67	52	24	28	46.15
5.0以上～6.0未満	57	26	31	45.61	26	15	11	57.69	27	9	18	33.33
6.0以上～7.0未満	50	25	25	50	22	12	10	54.55	26	13	13	50
7.0以上～8.0未満	53	26	27	49.06	25	16	9	64	26	9	17	34.62
8.0以上～9.0未満	35	23	12	65.71	13	10	3	76.92	20	13	7	65
9.0以上～10未満	246	145	101	58.94	86	59	27	68.6	136	75	61	55.15
10以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
不明	2	2	0	100	2	2	0	100	0	0	0	0
合計	1080	520	560	48.86	417	254	163	59.6	593	238	355	34.1

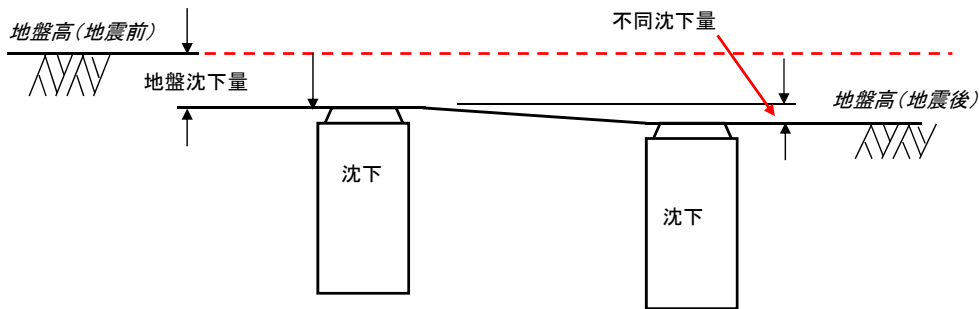


図 3-6 人孔の不同沈下状態

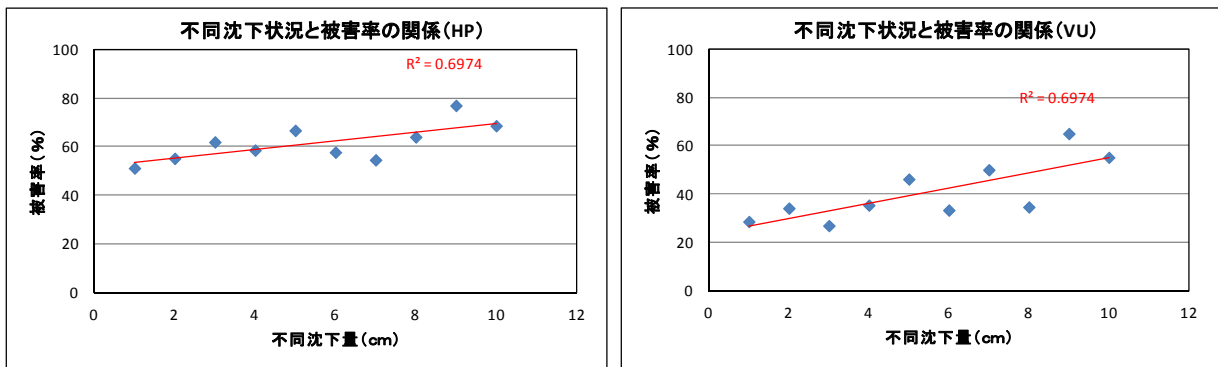


図 3-7 不同沈下状況と被害率の関係

結果として、不同沈下量と被害率の傾向は、ヒューム管、塩ビ管とも不同沈下量が大きくなるほど被害率が高くなる傾向が得られた。(図 3-7)

3)人孔の沈下被害のまとめ

人孔の沈下(表面上は被害なし状態)被害が発生すると、埋設されている管きょで被害が発生し、その被害は管種に関係なく人孔の不同沈下量が大きくなれば同様に被害も大きくなる傾向がある。この人孔沈下被害は噴砂の流出により地盤と一緒に人孔が沈下したと考えられるため、液状化そのものを抑える周辺地盤の液状化対策を行う必要がある。

(4) 側方流動による継手の抜け被害

稲敷市では、管きよの抜け被害について被害の分析を行う。

稲敷市では河川の護岸が崩壊し、護岸周辺の住居に被害が発生した地区がある。また、その近辺では管きよの抜け被害が多く発生しており、この被害について分析する。

1) 管きよ継手の抜出し量からの地盤移動量の算出

震災後の TV カメラ調査結果を基に「隙間ずれ」に着目し、各スパンでの水平移動距離を算出した結果を表 3-6 に示す。この値は、全てが管軸方向の変位量ではなく縦断方向の変位も含まれているが、最も大きい箇所で約 50cm の変位量があったと想定される。

表 3-6 TVカメラ調査結果からの抜出し量の想定

路線番号	管径 (mm)	TVカメラ調査延長 (m)	TVカメラ調査判定結果 (隙間ずれ)			判定結果からの単位抜出し量 (cm)			スパン間の地盤移動量 (cm) (①×④+②×⑤+③×⑥)
			A (①)	B (②)	C (③)	A (④)	B (⑤)	C (⑥)	
2	200	21.55		3		10	5	2.5	15.0
4	200	調査不能箇所							
5	200	41.20		4	6	10	5	2.5	35.0
6	200	37.00			3	10	5	2.5	7.5
7	200	33.55	1		3	10	5	2.5	17.5
8	200	13.00			6	10	5	2.5	15.0
10	150	37.45		2	1	10	5	2.5	12.5
11	200	14.56	4	2		10	5	2.5	50.0
12	200	25.31	1	1	3	10	5	2.5	22.5
14	200	40.03			1	10	5	2.5	2.5
15	200	50.69		2	5	10	5	2.5	22.5
16	200	72.64			1	10	5	2.5	2.5
17	200	調査不能箇所							
18	200	調査不能箇所							
19	200	75.25			4	10	5	2.5	10.0
20	200	75.15			1	10	5	2.5	2.5
22	200	62.10			1	10	5	2.5	2.5
23	200	132.68	1	3		10	5	2.5	25.0
25	200	70.90			3	10	5	2.5	7.5

※「隙間ずれ」被害のなかった路線は掲載していない。

表 3-7 TVカメラ調査の判定基準

種別	ランク	A (緊急に措置する)	B (数年のうちに措置が必要なもの)	C (当面措置を必要としないもの)
管の破損		欠落	全体にヒビ割れ	A, B 以外の破損
管の腐食		鉄筋まで腐食	全体に骨材露出状態	A, B 以外の腐食
管のクラック		5 mm 以上 全円周	2 mm 以上 半円周以下	2 mm 未満 半円周以下
継手隙間・ずれ		脱却	30 mm 以上	20 mm 以上
管のたるみ・蛇行		管径以上	管径の 5 割以上	管径の 5 割未満
モルタル付着		管径の 3 割以上	管径の 1 割以上	管径の 1 割未満
浸入水		吹き出ている	流れている	にじんでいる
取付管の突き出し		管径の 5 割以上	管径の 1 割以上	管径の 1 割未満
油脂の付着及び木の根の浸入		管径の 5 割以上の閉塞	管径の 1 割以上の閉塞	管径の 1 割未満の閉塞

※ TV カメラ調査判定基準から各判定時の抜出し量を、A 判定を 10 cm, B 判定を 5 cm, C 判定を 2.5 cm と仮定する。

2) 管きょ継手の抜き出し量と路線位置

表 3-6 より算出されたスパン間の地盤移動量を現地路線図に合わせると図 3-8 となる。最もスパン間での移動量が大きかったのは路線番号⑪の箇所、この箇所では民家のコンクリート塀が約 50cm 程度のズレが生じていたことを現地で確認している。

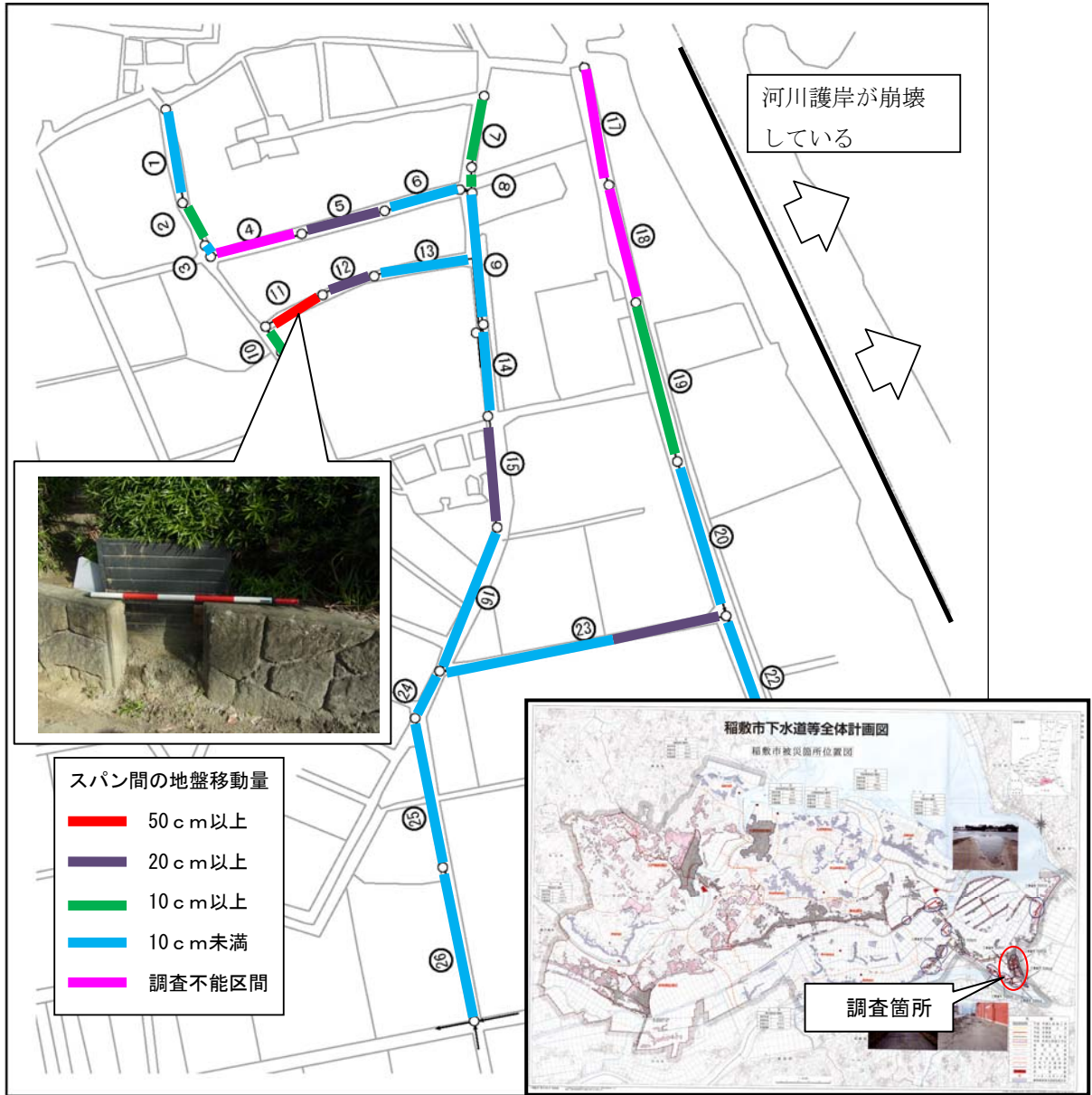


図 3-8 スパン間の地盤移動量

3) 側方流動による継手の抜け被害のまとめ

地盤が液状化により流動化し移動したことにより管きょの抜け被害に繋がったものと考え、河川に垂直方向の路線(④,⑤,⑪,⑫)で管軸方向の抜けが発生し、河川に平行方向の路線(⑰,⑱,⑲)では、水平方向(蛇行)の地盤の移動により抜けが発生したものと考えられる。

また、路線⑬のスパンでは抜け被害が発生しておらず、路線⑪のスパンを境に全体的に河川側へ移動したものと考えられ、この側方流動による被害を防止することは困難と考える

(5) 管きょ内土砂堆積被害

周辺地盤の液状化が発生した地域では、管路内へ多量の土砂が流入し管閉塞が起こり、浦安市、香取市、稲敷市では、下水道の使用制限を行うまでの被害に繋がった。ここでは、管路内への流入経路と流入した土砂の粒度について分析を行う。

1) 管きょ内への流入経路

周辺地盤の液状化による土砂堆積被害の土砂流入経路について分析を行う。

下の写真は、浦安市での噴砂の状況を経過時間ごとに写したものである。この写真より、地上に噴砂が見られない状態で既に人孔蓋より噴砂が噴出しており、このことにより管きょ内に堆積した噴砂は地上に噴出してから管路内に流入したものではなく、地中において管路内に流入したものと思える。これらのことから、流入経路としては下記に上げた場所からの流入が考えられる。



写真 3-1 浦安市の噴砂の状況（小川氏撮影）

【想定される土砂流入経路】

- ・人孔躯体のズレ箇所からの流入
- ・本管破損箇所からの流入
- ・人孔と管との接合部からの流入
- ・取付け管の破断箇所からの流入
- ・宅地内排水管破損箇所からの流入

今回各地で発生した土砂堆積被害のあった管路スパン数と、各被害事象との相関を見るため、土砂堆積箇所数と被害数をグラフ化した。

表 3-8 土砂堆積箇所数と想定される土砂流入経路の被害箇所数

自治体名	土砂堆積 (箇所)	取付管破損 (箇所)	人孔躯体 ズレ (箇所)	本管破損 (箇所)	人孔と管 接合部の被害 (箇所)
浦安市	1,260	125	150	124	36
千葉市	411	40	50	71	53
稲敷市	81	11	5	69	2
香取市	368	31	7	27	27

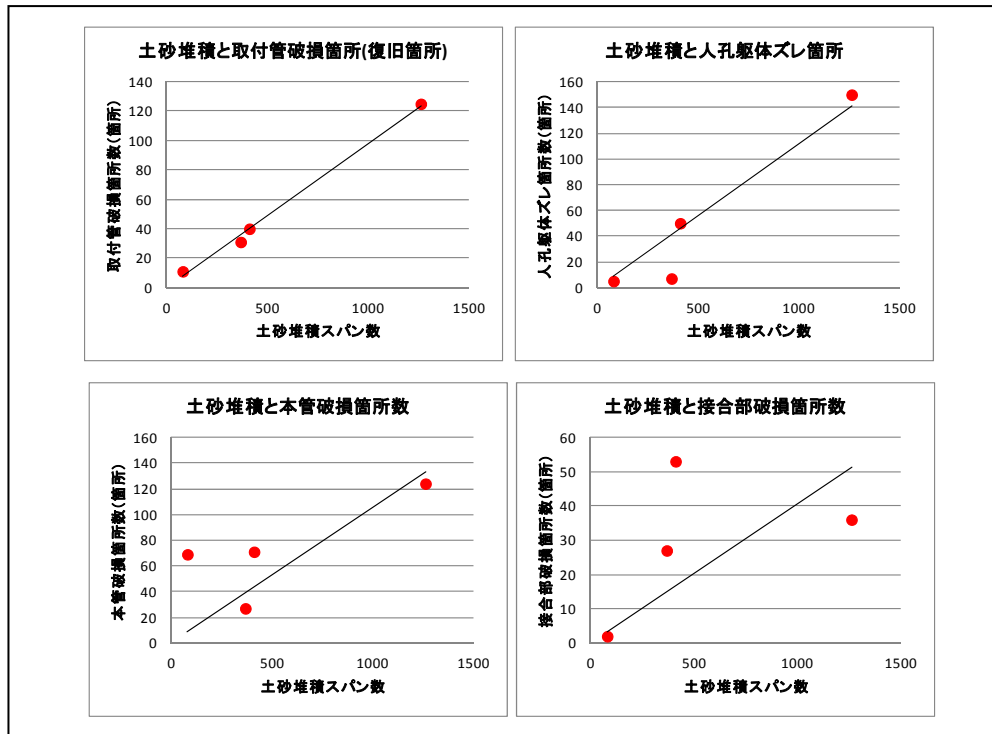


図 3-9 土砂堆積箇所数と想定される土砂流入経路の相関

人孔躯体ズレ箇所及び取付管破損箇所(復旧箇所)については、相関性が高い結果となった。このため、人孔躯体ズレ箇所及び取付管破損箇所から土砂が流入したものと考えられる。なお、宅地内排水管の破損箇所数は、把握できなかった。

2)管きょ内に流入した土砂の粒度

今回周辺地盤の液状化が発生した関東地域で発生した噴砂は、細かな砂層(シルト系細砂や砂質シルト)が液状化したと思われ、噴出した噴砂は非常に細かかったと考えられる。

図 3-10 は新潟県中越地震発生時に噴出した噴砂と今回の地震により関東地域で噴出した噴砂の粒径加積曲線であり、非常に細かい噴砂だったことが分かる。

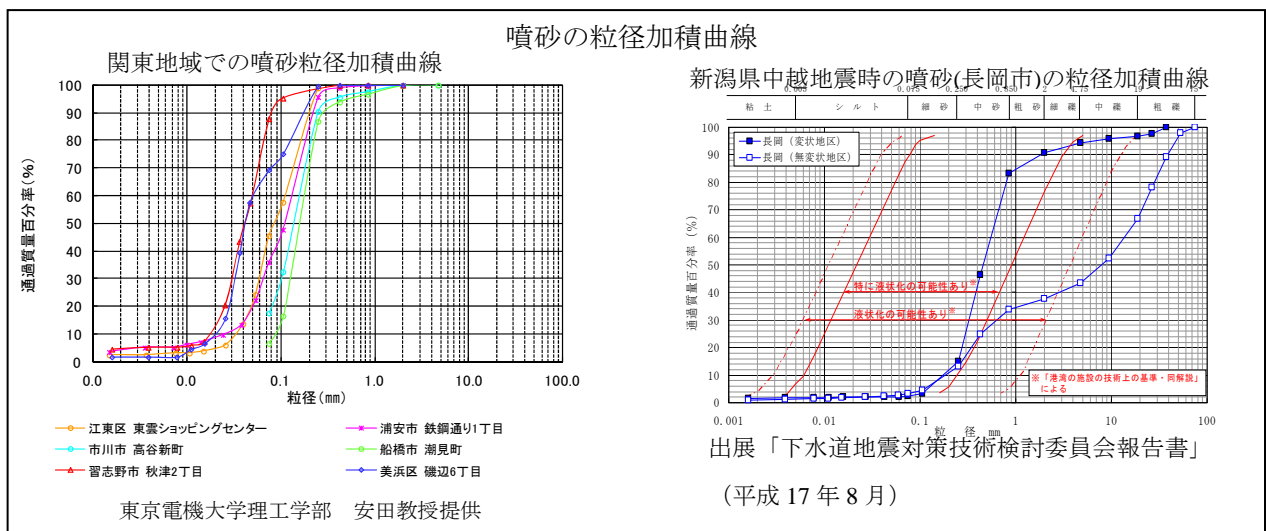


図 3-10 噴砂の粒径加積曲線図

3) 管きょ内への土砂堆積被害のまとめ

土砂の流入経路としては、取付け管破損部及び人孔の躯体ズレ箇所、宅地内排水管の破損部等からも流入したものと考えられ、また今回発生した噴砂は非常に細かかったため、小さな隙間からでも管きょ内に流入してしまい、管きょ内に大量に堆積したものと考えられる。

また、埋戻し部だけが液状化する埋戻し部の液状化に比べて、周辺地盤の液状化では液状化する層厚が厚く、また範囲も周辺地盤全体が液状化するため多量の噴砂が発生する。この噴砂が過剰間隙水圧による噴水と共に管きょ内に流入したことが被害拡大の一因となったと考えられる。

また、時間がたっても噴水が長く続いたことで人孔蓋表面からも管きょ内に土砂が流入した可能性がある。

このことから、可とう性、伸縮性の優れた継手が必要である。

(6) 被害傾向分析結果

1) 被害の発生しやすい地盤特性

- ・ 周辺地盤の液状化が発生したのは人工改変地区である。
⇒周辺地盤の液状化対策が必要である。

2) 人孔の躯体ズレ被害

- ・ 人孔では、側塊ブロックタイプで躯体のズレ被害が多い。
⇒人孔躯体のズレ防止や土砂流入防止が必要である。

3) 人孔の沈下被害

- ・ 人孔沈下被害で、人孔間で不同沈下量が大きくなるほど管きょの被害率が高くなるが、沈下を防止することは困難である。
⇒周辺地盤の液状化対策により液状化を防ぐ必要がある。

4) 側方流動による継手の抜け被害

- ・ 液状化による側方流動が起こると局部的に管きょの抜け被害が多くなる。
⇒周辺地盤の液状化対策により液状化を防ぎ、必要な場合は被災後の対応を考える必要がある。

5) 管きょ内への土砂堆積被害

- ・ 土砂流入は、取付け管、ます、管渠における継手可とう性や伸縮性不足による損傷部、人孔躯体のズレ箇所等から流入したものと考えられる。
⇒可とう性、伸縮性の優れた継手の開発、人孔躯体の土砂流入防止対策が必要である。

3.2.2 処理場・ポンプ場の津波衝撃・津波浸水被害

(1) 被害傾向分析（処理場・ポンプ場）

被害傾向分析における整理事項における被害傾向分析結果を以下に示す。

1) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

処理場の建築物の損傷について、長辺直角方向と長辺平行方向別で全損傷の施設割合をみると、以下の結果であった。

- ◆長辺直角方向施設(被害のあった 20 施設)での全損被害率=8 施設/20 施設 (40%)
- ◆長辺平行方向施設(被害のあった 15 施設)での全損被害率=3 施設/15 施設 (20%)
- ◆全損被害のあった施設の方向内訳=長辺直角方向施設 73% : 長辺平行方向施設 27%

以上から、津波の浸入方向に対して長辺直角方向の建築物は被害が大きい傾向であると判断できる。
津波の浸入方向に対しては出来る限り長辺平行方向での配置が望ましいと考えられる。

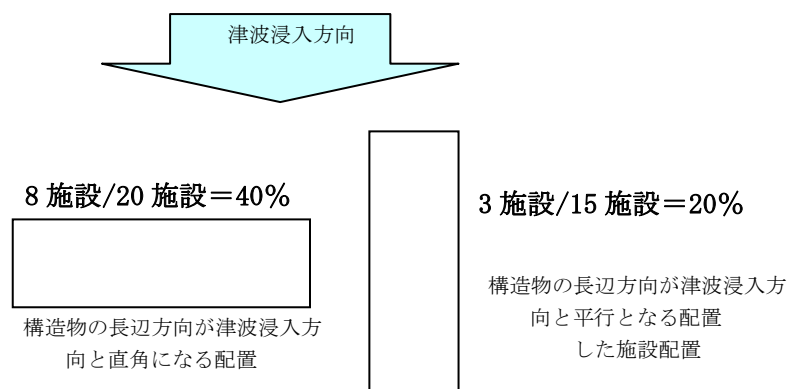


図 3-11 津波浸入方向と全損傷の施設割合

2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向

※現在精査中 ※3 次提言：施設の玄関、搬入扉等は津波進行方向と平行に配置する。

【精査内容】

津波の浸入方向にある開口部についても建築物と同様に、長辺直角方向にある開口部は比較的被害が大きい傾向にあるか。

3) 水処理施設の開口部覆蓋の被害傾向

水処理施設の開口部覆蓋の被害について、蓋の種類と被害割合としては以下の結果であった。

- ◆ 覆蓋または水槽開口部に蓋のある 12 施設のうち流出被害にあったのは 9 施設 (75%)
- ◆ 被害のあった覆蓋で FRP か FFU (合成木材) のものは 7 施設 (被害割合 78%)
- ◆ 被害のあった覆蓋で鋼製かグレーチングであったものは 2 施設 (被害割合 22%)

基本的に二重覆蓋のあった施設に関しては、開口部覆蓋の被害はみられなかったが、石巻東部浄化センターの最初沈殿池では、二重覆蓋内の浸水により FRP 製覆蓋が一部流出する被害があった。

FRP 製覆蓋などの比較的軽量の覆蓋は、津波浸水での浮力作用により流出被害が生じ易い。

以上から、津波被害が想定される場合、水処理施設の開口部には鋼製またはコンクリート製の覆蓋など流出防止型の覆蓋設置が望ましいと考えられる。

表 3-9 水処理施設の開口部覆蓋の被害状況

処理場名	対象施設	二重覆蓋の有無	開口部覆蓋の材質	被害状況	蓋(または覆蓋あるもの)	被害があったもの	全体被害率	軽量蓋、覆蓋(FRP、FFU)被害	重量蓋、覆蓋(鋼製グレー)被害
南蒲浄化センター	最初沈殿池		FRP	流出	1	1		1	0
石巻東部浄化センター	最初沈殿池	有(RC)	FRP	一部流出	1	1		1	0
	反応タンク	有(RC)	鋼製	被害無	1	0		0	0
大船渡浄化センター	最初沈殿池		FFU	流出	1	1		1	0
	反応タンク		FRP	流出	1	1		1	0
	最終沈殿池		グレーチング	流出	1	1		0	1
	塩素混和池		グレーチング	流出	1	1		0	1
大平下水処理場	最初沈殿池		FRP	流出	1	1		1	0
仙塩浄化センター	最初沈殿池	有(RC)	鋼製	被害無	1	0		0	0
	反応タンク		鋼製	被害無	1	0		0	0
県南浄化センター	最初沈殿池		FRP	流出	1	1		1	0
	反応タンク		FRP	流出	1	1		1	0
鹿島浄化センター	無		—	—	0	0		0	0
集計					12	9	75%	7	2
							被害割合	78%	22%



写真 3-2 大平下水処理場 (FRP 覆蓋の流出)

4) 躯体の構造形式における被害傾向

被害傾向分析ケースにおいて津波による全機能停止のあった施設は 16 施設で、そのうちRC構造は 10 施設、鉄骨や鋼製構造は 6 施設であった。

RC構造への被害については、主に波圧及び漂流物によるものと考えられる。また、3.5m以上の浸水深のあった処理場・ポンプ場で被害が発生している。

鉄骨構造や鋼製のガスタンク等についても波圧及び漂流物が被害要因と考えられるが、鋼製のガスタンクの転倒流出被害については、浸水時の浮力作用による影響も要因と考えられる。

以上から、波圧及び漂流物の被害が想定される場合は、浸水深を想定した構造補強や防護壁の設置などの対策が必要と考えられる。

表 3-10 躯体の構造形式における被害状況

処理場名	破壊された施設	構造	浸水深 (m)	津波被害要因			機能状況 A 問題無 B 一部停止 C 全停止	全機能停止施設数	RC	鋼製鉄骨
				浸水	波圧	漂流物				
南蒲生浄化センター	第3ポンプ棟	RC	4.0~10.5		○		C	1	1	
	送風機棟	RC			○		C	1	1	
	ガスタンク	鋼製			○		C	1		1
石巻東部浄化センター	中間ゲート室	RC小規模	4.5		○	○	C	1	1	
	機材倉庫	鉄骨			○	○	C	1		1
	ガスポンプ室	RC小規模			○	○	C	1	1	
大船渡浄化センター	管理棟	RC	5.07	○	○	○	C	1	1	
	ポンプ棟	RC			○	○	○	C	1	1
	電気室・倉庫	RC小規模			○	○	○	C	1	1
大平下水処理場	無	無	3.4				-			
仙塩浄化センター	ガスタンク	鋼製	1.5~2.0		○		C	1	1	
県南浄化センター	ガスタンク	鋼製	4.1		○		C	1	1	
	倉庫	鉄骨			○		C	1	1	1
	汚泥燃料化施設	鉄骨			○	○	○	C	1	1
鹿島浄化センター	無	無	1.7~2.8				-			
蒲生排水ポンプ場	ポンプ棟	RC	8.0		○	○	A			
名取市新町ポンプ場	ポンプ棟	鉄骨	不明	○	○	○	A			
石巻第6ポンプ場	新ポンプ棟	RC	4.5	○	○	○	C	1	1	
	旧ポンプ棟	RC			○	○	○	C	1	1
北新田排水ポンプ場	ポンプ棟	RC	5.0		○	○	A			
閑上雨水ポンプ場	無	無	2.5				-			
名取ポンプ場	無	無	1.3				-			
八戸市汚水中継ポンプ場	ポンプ棟	RC	3.5		○		C	1	1	
集計								16	10	6



県南浄化センター（汚泥燃料化施設）

県南浄化センター（ガスタンクの流出）

写真 3-3 県南浄化センターの被害状況

5) 漂流物の種類

津波漂流物としては主にガレキ・ガラ、車両や流木などがあり、その衝撃による躯体への損傷や水処理施設内などへの堆積に伴う機能停止被害が生じた。

漂流物の被害に関しては撤去等の対応から復旧の長期化が懸念されるため、施設の周辺状況から漂流物の想定を行うと共に、漂流物の浸入を防ぐための開口部の覆蓋化や防護壁の設置などの対策が必要と考えられる。

なお、漂流物による施設被害が極めて高く想定される場合などは、津波シミュレーション等による検討も必要に応じて実施することが望ましいと考えられる。

表 3-11 漂流物種類と主な被害及び想定される周辺状況

漂流物種類	主な被害	被害のあった 処理場・ポンプ場数	想定される周辺状況
車両	流入ゲート・柵損傷、水槽内落下・落下に伴う散気装置損傷	3	周辺に駐車場等が存在する
流木	外壁損傷、機械・電気設備損傷	2	海岸との間に防潮林などが存在する
ガレキ・ガラ	施設内堆積	7	周辺が市街地で主に木造建物等が存在する
土砂	施設内堆積	3	ほぼ全ての津波浸水域にて存在する



写真 3-4 南蒲生浄化センター
(送風機棟への流木浸入)



写真 3-5 大平下水処理場
(水処理施設への車両浸入)

6) 機械設備・電気設備の浸水による被害傾向

※現在精査中

(2) 被害傾向分析結果

1) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

- ・津波の浸入方向に対して長辺直角方向の建築物は被害が大きい傾向である。

⇒津波の浸入方向に対しては出来る限り長辺平行方向での配置が望ましいと考えられる。

2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向

※現在精査中

3) 水処理施設の開口部覆蓋の被害傾向

- ・FRP製覆蓋など軽量覆蓋は、津波浸水での浮力作用により流出被害が生じ易い。

⇒鋼製またはコンクリート製の覆蓋など流出防止型の覆蓋設置が望ましいと考えられる。

4) 躯体の構造形式における被害傾向

- ・構造形式にかかわらず波圧及び漂流物により全機能停止被害が生じている。

⇒波圧及び漂流物の被害が想定される場合は、海岸からの距離や浸水深を想定して構造補強や防護壁の設置などの対策が必要と考えられる。

5) 漂流物の種類

- ・津波漂流物としては主にガレキ・ガラ、車両や流木などである。

- ・漂流物の被害に関しては撤去等の対応から復旧の長期化が懸念される。

⇒周辺状況から漂流物の想定を行うと共に、漂流物の浸入を防ぐための開口部の覆蓋化や防護壁の設置などの対策が必要と考えられる。(必要に応じて津波シミュレーション等による検討)

6) 機械設備・電気設備の浸水による被害傾向

※現在精査中

(3) アンケート結果による被害傾向との照合（参考）

1) 海岸との距離と被害との関係(処理場)

被害傾向分析の対象施設における海岸からの距離と被害との関係を図 3-12 に示す。

アンケートによる被害傾向では、海岸との距離が短いほど施設被害の程度は大きく、海岸より 1,000m までは全機能停止率(全機能停止施設÷全施設)が半数程度であり、それ以上になると減少傾向となっている。

選定した被害傾向分析の対象施設においても同様な傾向であることを確認した。

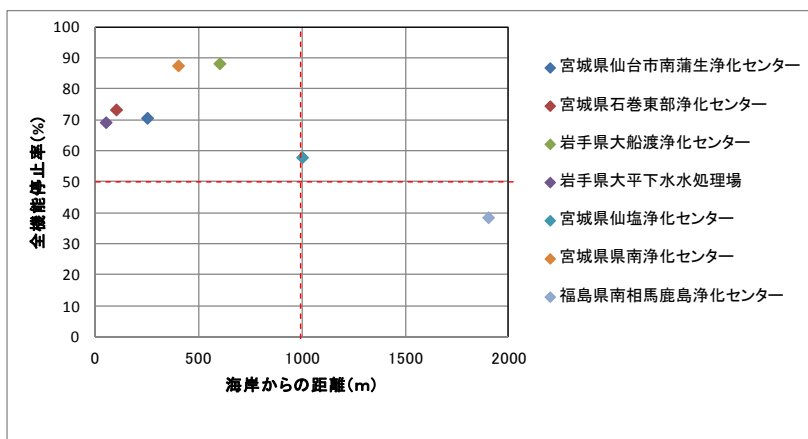


図 3-12 海岸からの距離と被害の関連

海岸からの距離と被害要因について、アンケート結果では海岸からの距離が短いほど波圧による被害が多く、長くなれば浸水や漂流物による被害割合が増加する傾向であった。しかし、対象施設の中で海岸との距離が短かった大平下水処理場と石巻東部浄化センターにおいては、波力による被害割合が低い結果であった。この要因としては、どちらも津波の浸入方向に水産加工の倉庫など、遮蔽物となる施設が隣接していたために、津波波力による被害を低減させたものと考えられる。

津波による被害要因については、津波の浸入方向や施設の配置状況など、各々の状況により多少傾向が異なるものであると考えられる。



写真 3-6 石巻東部浄化センター
(津波浸入方向に隣接施設有り)

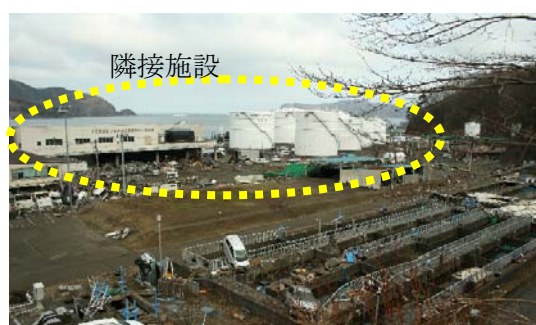


写真 3-7 大平下水処理場
(写真奥が津波浸入方向：隣接施設有り)

表 3-12 海岸からの距離と被害要因の状況

処理場名	海岸からの距離(m)	波圧被害施設		漂流物被害施設		浸水被害施設		施設総数	被害特徴
		被害施設数	比率	被害施設数	比率	被害施設数	比率		
大平下水処理場	50	4	30.8%	3	23.1%	8	61.5%	13	主に浸水被害が多い
石巻東部浄化センター	100	8	53.3%	2	13.3%	12	80.0%	15	主に浸水被害が多い
南蒲生浄化センター	250	15	88.2%	15	88.2%	14	82.4%	17	全ての被害要因が混在
県南浄化センター	400	14	82.4%	12	70.6%	16	94.1%	17	全ての被害要因が混在
大船渡浄化センター	600	14	82.4%	15	88.2%	15	88.2%	17	全ての被害要因が混在
仙塩浄化センター	1000	9	47.4%	4	21.1%	14	73.7%	19	主に浸水被害が多い
鹿島浄化センター	1900	1	7.7%	5	38.5%	4	30.8%	13	比較的被害が少ない

※被害施設数はアンケートによる重複回答を含む数値である。施設総数は全施設数

2) 津波浸水深と被害の関連(処理場)

被害傾向分析の対象施設における津波浸水深と被害との関係を図 3-13 に示す。

アンケート結果では、浸水深が 1.0m～1.5m 以上で全機能停止が半数を超える傾向であったが、全て 1.5m 以上の浸水深であった対象施設において、福島県南相馬市鹿島浄化センターのみがその傾向と異なり、全機能停止率が 38% と半数を下回る結果であった。

鹿島浄化センターにて全機能停止が少ない理由としては、津波の浸入方向に隣接している野球場が津波での波圧等を低減させたことと、機械棟電気室に水密扉を採用しており、電気設備の浸水被害を軽減させたと考えられる。(場内の浸水深は GL+2.0m 以上であったが、機械棟電気室内の浸水深は FL+0.2m であった)

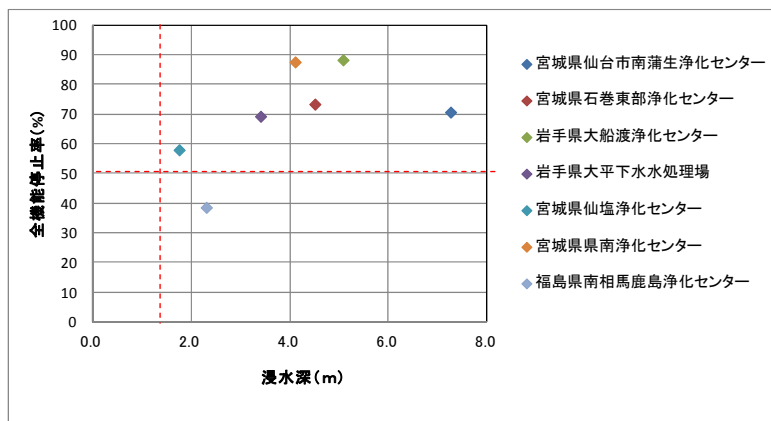


図 3-13 津波浸水深と被害の関連



写真 3-8 機械棟電気室の水密扉 (鹿島浄化センター)

【被害傾向分析ケースの被害状況整理結果】

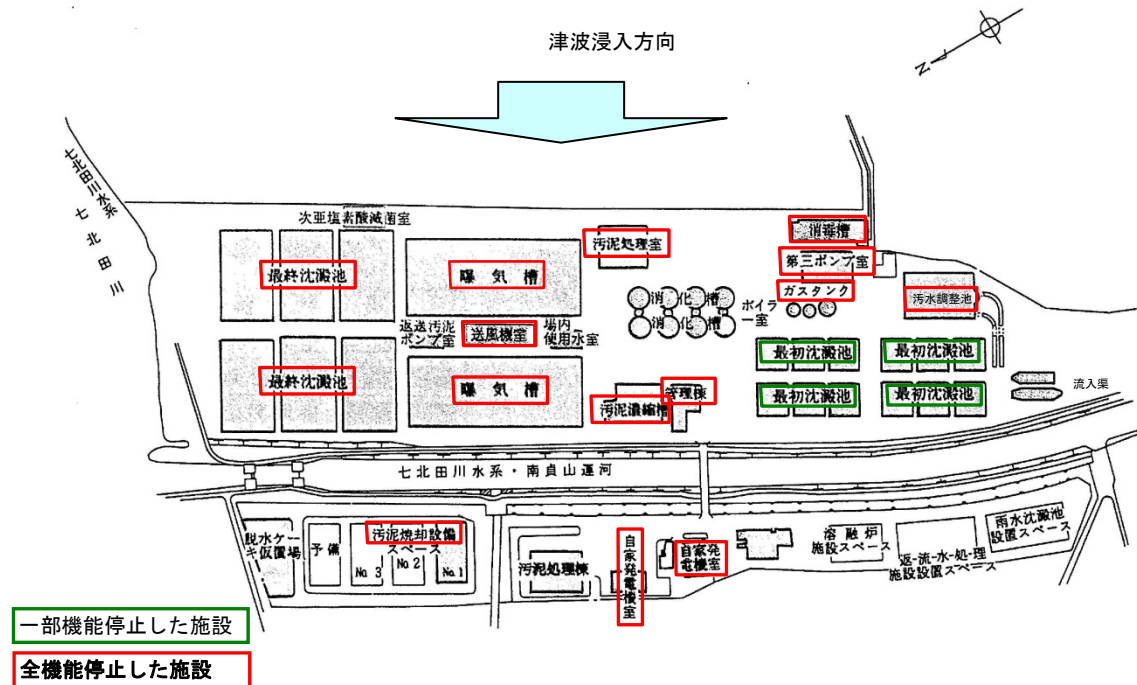
1. 宮城県仙台市南蒲生浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 39 年 10 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：434,400m³/日最大（水処理 2 系列）
現有：398,000 m³/日最大（水処理 2 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → 焼却-セメント原料
- 5) 耐震対策：全施設未耐震

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)		浸水深(m)		全機能停止			被災項目(重複有)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	施設有無	被害有無	機能状況	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気			
	波圧	浸水	15	4.0 ~ 10.5	12	/	17									=	0.71	
250	波圧	15	4.0	~ 10.5	12	/	17	=	0.71	土	11	ガスタンク	車両(大型)	初	F	—	—	12 / 13 = 0.92
	浸水	14								建	9		流木	反	無	全	全	13 / 14 = 0.93
	漂流物	15								機	13			終	無	全	全	
										電	14			塩	無	—	全	

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行方向に対する施設配置	建築損傷状況	建築機能状況	機械損傷状況	機械機能状況	電気損傷状況	電気機能状況
250	管理棟	4.0	長辺直角	B	C	B	C	B	C
	汚水ポンプ施設	10.5	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	送風機室	8.0	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	返送汚泥ポンプ室	7.0	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	消毒棟	10.5	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	特高受電棟	4.0	長辺平行	C	C	-	-	C	C
	自家発電機棟	4.0	長辺平行	B	B	B	B	B	B
	汚泥処理棟	4.0	長辺平行	A	A	A	A	A	A
	焼却炉棟	4.0	長辺平行	B	C	B	C	B	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況
 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況
 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(宮城県仙台市南蒲生浄化センター)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	津波の進行方向に対して長辺直角で海岸に近い施設については、建築・機械・電気において損傷・機能停止が生じた
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	最初沈澱池のFRP製覆蓋が流出した
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	RC構造の2施設(第3ポンプ棟、送風機室)に津波波圧による被害が生じた その他、鋼製の消化タンクが津波浸水の浮力により流出した
(5) 漂流物の種類	廃棄物運搬車、流木
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



最初沈殿池にのりあげたガスタンク



送風機施設への流木等の浸入



漂流車両による流入ゲート損傷

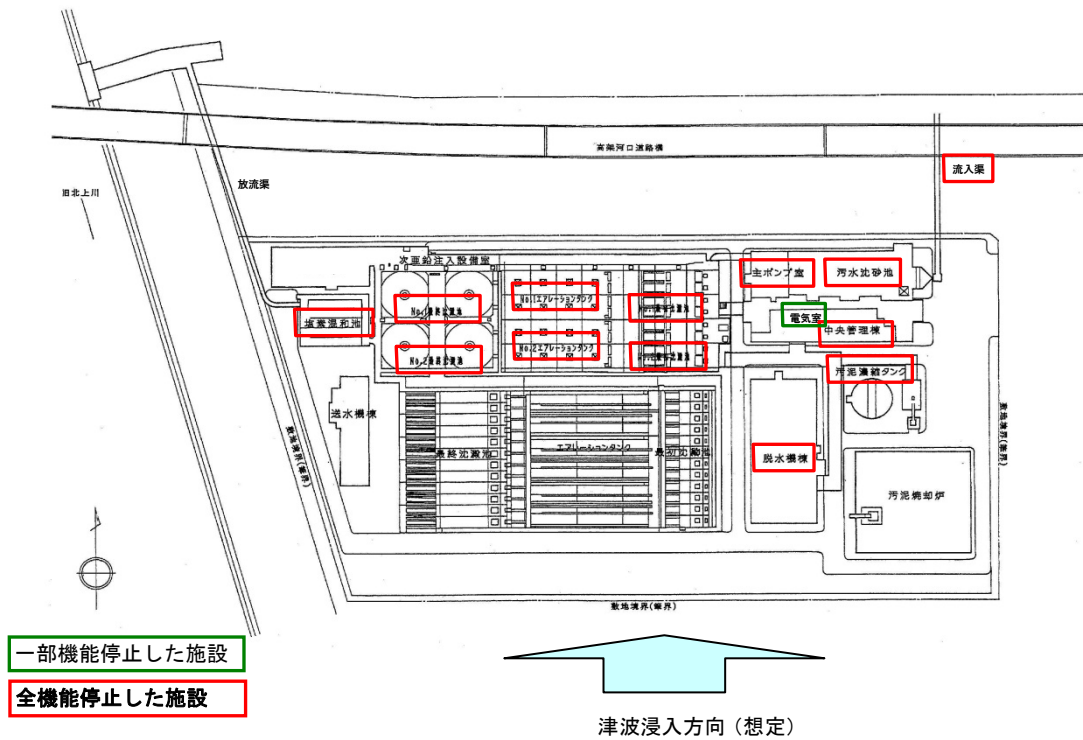
2. 宮城県石巻東部浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成 12 年 4 月
- 2) 処理方式：純酸素活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：29,900m³/日最大（水処理 4 系列）
現有：16,300 m³/日最大（水処理 3 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → 有効利用
- 5) 耐震対策：消毒設備、場内管渠、放流渠及び汚泥処理施設は未耐震、管理棟はレベル 1 対応、他施設はレベル 2 対応

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因 (重複有)		浸水深(m)		全機能停止	被災項目 (重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気		
	種類	回数	最大	平均		土	建							機	電	上
100	波圧	8	4.5		11 / 15 = 0.73	土	3		ガレキ	初	二	一	全	10 / 10 = 1.00		
	浸水	12				建	7			反	二	無	全	11 / 13 = 0.85		
	漂流物	2				機	10			終	無	全	全			
						電	13			塩	無	全	全			

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
100	管理棟	4.5	長辺直角	B	C	B	C	B	C
	砂ろ過室	4.5	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	脱水機棟	4.5	長辺平行	A	A	C	C	C	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況
 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況
 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(宮城県石巻東部浄化センター)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	津波の進行方向に対して長辺平行の施設(脱水機棟)については、機械・電気設備において損傷、機能停止が生じたが、建築の損傷・機能停止は生じなかった 長辺直角の施設は、管理棟、砂ろ過室であるが、建築・機械・土木に損傷・機能停止が生じた
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	二重覆蓋内の最初沈澱池のFRP製覆蓋が一部流出した
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	RC構造の2施設(中間ゲート室、ガスポンプ室)に津波波圧と津波漂流物による被害が生じた 鉄骨構造の機材倉庫が津波波圧と津波漂流物による被害が生じた
(5) 漂流物の種類	ガレキ
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

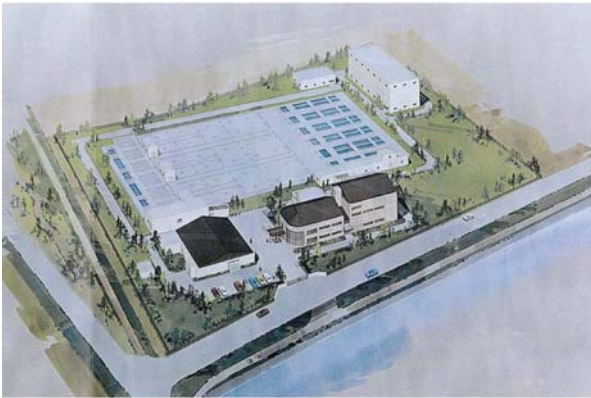
(6) 参考写真



ガレキの進入

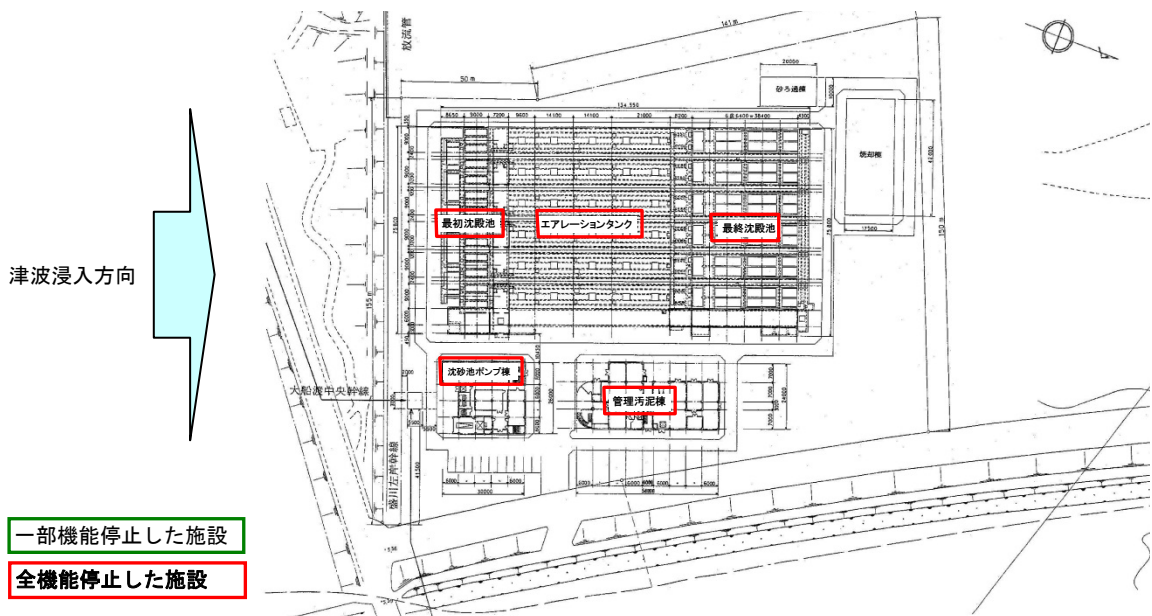
3. 岩手県大船渡市大船渡浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成6年10月
- 2) 処理方式：長時間エアレーション法
- 3) 処理能力：全体：15,100m³/日最大（水処理5系列）
現有：6,400 m³/日最大（水処理2系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → 標記無し
- 5) 耐震対策：流入渠はレベル2対応、
初期沈殿池、反応タンク、最終沈殿池は未耐震、
他施設はレベル1対応

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)	浸水深(m)		全機能停止	被災項目(重複有)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	覆蓋有無				機械・電気設備の被害程度(全停止率=全停止被害÷全被害)	
		初	二					施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況	上機械	下電気
600	波圧	14	5.07	15 / 17 = 0.88	土 5		流木	初	F	全	全	4 / 4 = 1.00	
	浸水	15			建 10			反	F	全	全	13 / 13 = 1.00	
	漂流物	15			機 4			終	G	全	全		
					電 13			塩	G	全	全		

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行方向に対する施設配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
600	管理棟	5.1	長辺平行	B	C	B	C	B	C
	初沈殿池上屋	5.1	長辺平行	A	A	B	C	C	C
	終沈殿池上屋	5.1	長辺平行	A	A	C	C	C	C
	汚水ポンプ施設	5.1	長辺直角	B	C	B	C	B	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの

損傷状況
A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

機能状況
A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(岩手県大船渡市大船渡浄化センター)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	津波の進行方向に対して長辺直角の施設(汚水ポンプ施設)については、建築・機械・電気において損傷・機能停止が生じた 長辺平行の施設については、初沈殿上屋及び終沈殿上屋の建築を除いて、損傷・機能停止が生じた
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	最初沈殿池の合成木材製覆蓋、反応タンクのFRP製覆蓋、最終沈殿池及び塩素混和地のグレーチング製覆蓋が流出破損した
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	RC構造の管理棟、ポンプ棟、電気室・倉庫が、地震力・津波波圧・津波漂流物による被害が生じた
(5) 漂流物の種類	流木
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



最初沈殿池上屋への漂流物による壁面破断

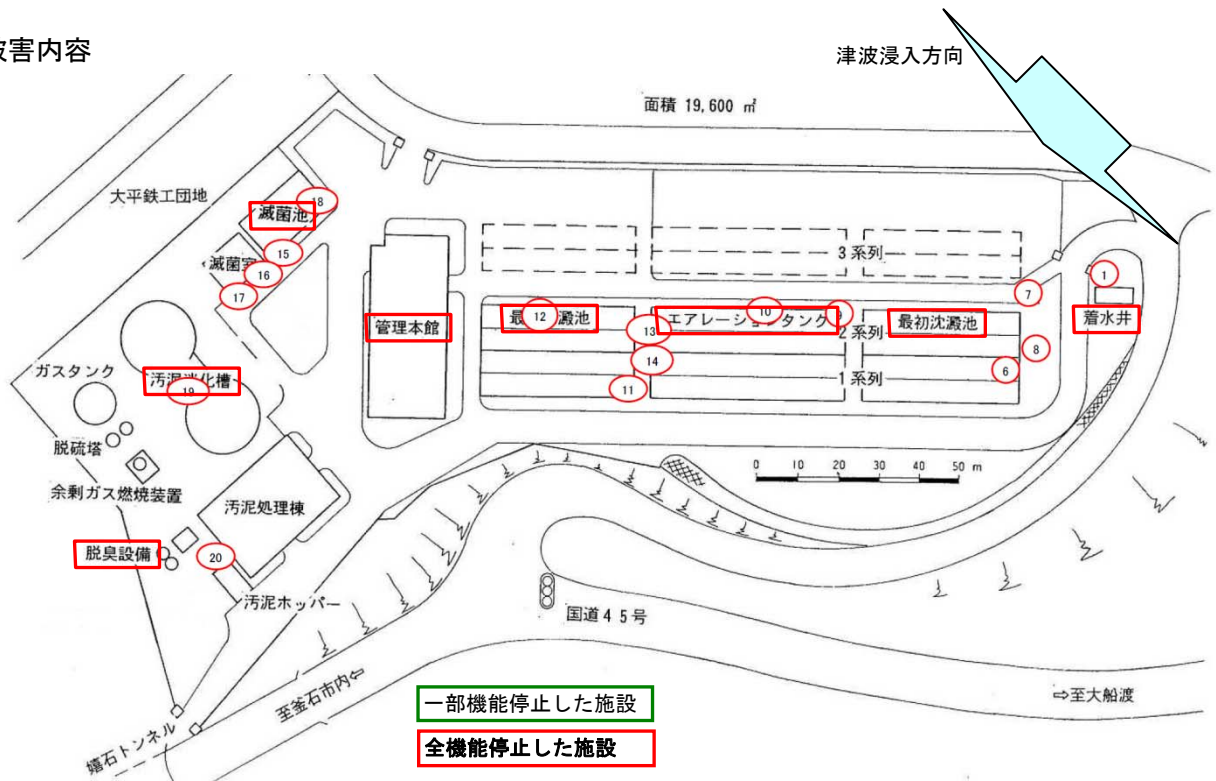
4. 岩手県釜石市大平下水処理場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 53 年 12 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：18,100m³/日最大（水処理 5 系列）
現有：14,480 m³/日最大（水処理 5 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-消化-脱水 → コンポスト
- 5) 耐震対策：不明

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)	浸水深(m)		全機能停止	被災項目(重複有)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気	
		4	8									8	7
50	波圧	4	3.4	9 / 13 = 0.69	土 4		車両	初	F	全	全	8 / 8 = 1.00	
	浸水	8			建 0			反	無	全	全	7 / 7 = 1.00	
	漂流物	3			機 8			終	無	全	全		
					電 7			塩	無	全	全		

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行方向に対する施設配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
50	管理棟	3.4	斜め方向	A	A	C	C	C	C
	汚泥処理棟	3.4	斜め方向	A	A	A	A	A	A
	滅菌棟	3.23	斜め方向	A	A	C	C	C	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したものの損傷状況

A: 損傷なし B: 一部損傷

C: 全損傷

機能状況

A: 機能に問題無 B: 一部機能

停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(岩手県釜石市大平下水道処理場)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	津波の進行方向に対して全施設(管理棟、汚泥処理棟、滅菌棟)は斜め方向に位置しており、建築については損傷・機能停止は生じなかった 機械・電気設備については、汚泥処理棟の機械設備(脱水機)において損傷・機能停止がなかったことを除き、全損傷・全機能停止が生じた
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	最初沈澱池のFRP覆蓋が流出した
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	建屋破損の報告なし
(5) 漂流物の種類	車両
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



漂流車両の進入

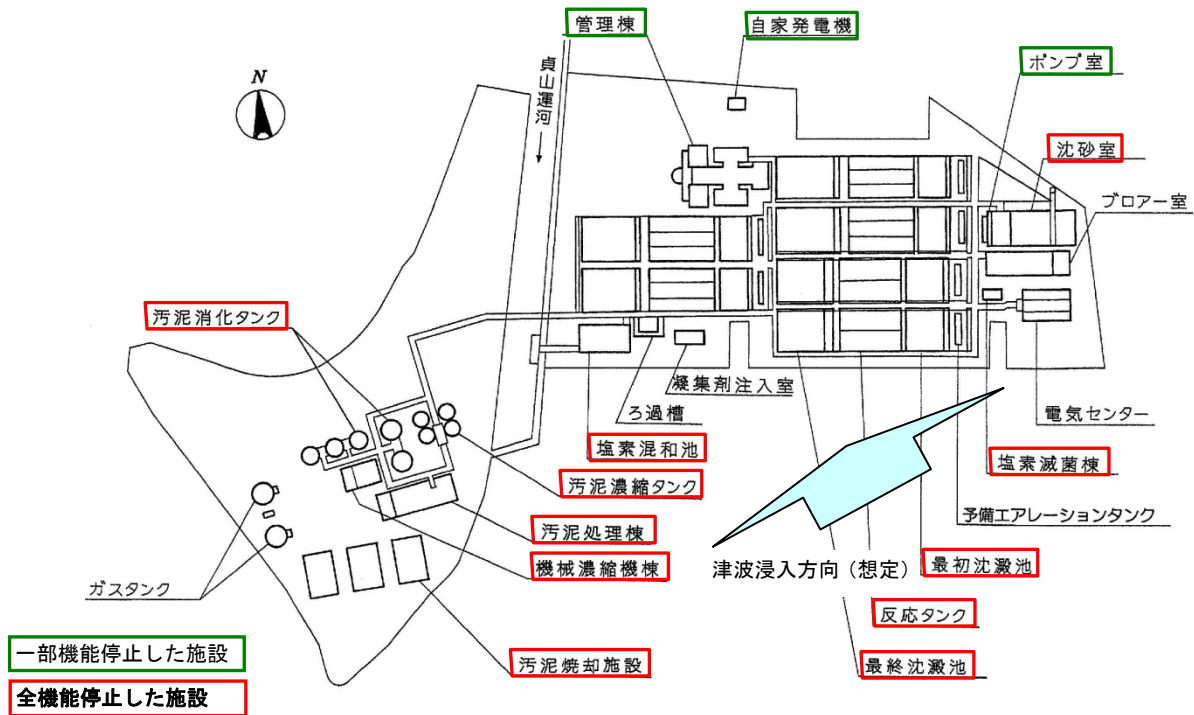
5. 宮城県仙塩浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 53 年 6 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：246,190m³/日最大（水処理 5 系列）
現有：199,434 m³/日最大（水処理 4 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → アスファルト材料
- 5) 耐震対策：管理棟、ポンプ施設、最初沈殿、反応タンク、最終沈殿池、受変電棟、電気室、機械棟及び焼却炉はレベル 2 対応、他は未耐震

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)	浸水深(m)	全機能停止	被災項目(重複有)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気	
											11 / 19 = 0.58	11 / 13 = 0.85
1000	波圧	9	1.5 ~ 2.0	土 9	ガスタンク	土砂	初	二	全	全	11 / 11 = 1.00	
	浸水	14		建 9		ガレキ	反	鋼	全	全	11 / 13 = 0.85	
	漂流物	4		機 11			終	無	全	全		
				電 13			塩	無	全	全		

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	施設名	津波進行方向と被害の関連							
		浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
1000	管理棟	1.5	長辺直角	B	B	A	A	B	B
	沈砂池ポンプ棟	1.5	長辺直角	A	A	C	C	C	C
	濃縮棟	2.0	長辺直角	B	C	B	C	B	C
	汚泥脱水機棟	2.0	長辺直角	B	C	B	C	B	C
	焼却炉	2.0	長辺平行	B	C	B	C	B	C

△とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況
 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況
 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(宮城県仙塩浄化センター)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	津波の進行方向に対して長辺直角の施設については、沈砂池ポンプ棟において建築の損傷・機能停止が生じなかった。他の施設については、管理棟、汚泥脱水機棟の機械設備において損傷・機能停止がなかったことを除き、損傷・機能停止が生じた 長辺平行の施設(焼却炉)については損傷・機能停止が生じた。
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	鋼製蓋が設置されていたが被害はなかった。
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	鋼製のガスタンクが浸水の浮力により転倒損壊した
(5) 漂流物の種類	土砂、ガレキ
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



転倒したガスタンク



路盤陥没

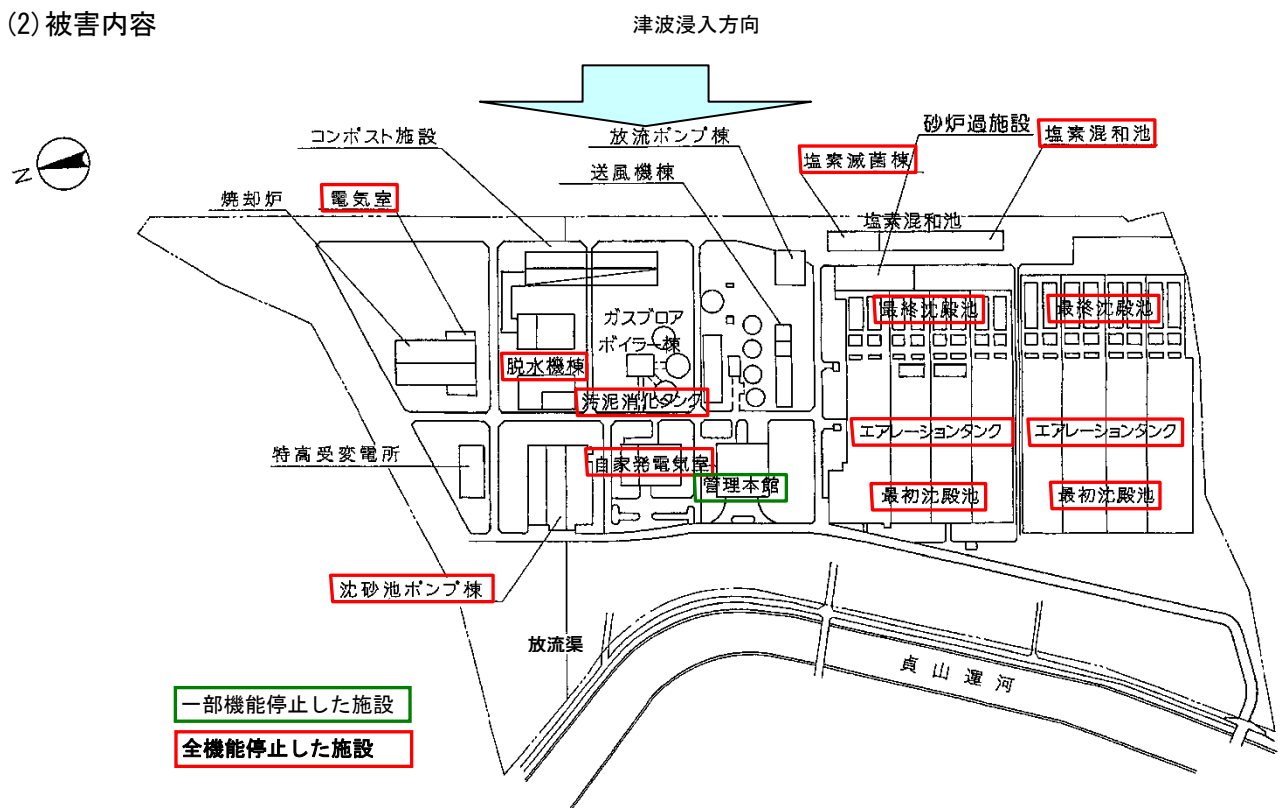
6. 宮城県県南浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 60 年 1 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：215,242m³/日最大（水処理 8 系列）
現有：125,000 m³/日最大（水処理 4.5 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-消化-脱水 → 汚泥造粒乾燥
- 5) 耐震対策：管理棟のみレベル 2 対応、他は未耐震

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)	浸水深(m)		全機能停止	被災項目(重複有)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気		
		14	4.1									14 / 16 = 0.88	土 6	ガスタンク
	浸水	16			建 8	倉庫(SC)		反	F	全	全			14 / 15 = 0.93
	漂流物	12			機 14			終	無	全	全			
					電 15			塩	無	全	全			

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	施設名	浸水深 GL+	津波進行方向と被害の関連						
			津波進行方向に対する施設配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
400	管理棟	3.6	長辺直角	B	B	B	B	B	B
	沈砂池ポンプ棟	2.9	長辺平行	C	C	C	C	C	C
	塩素滅菌室	4.1	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	自家発電機室	3.9	長辺直角	C	C	C	C	C	C
	機械濃縮棟	6.0	長辺平行	A	A	C	C	C	C
	送風機棟	3.7	長辺平行	A	A	C	C	C	C
	脱水機棟	5.7	長辺直角	B	C	B	C	B	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの

損傷状況

A: 損傷なし B: 一部損傷

C: 全損傷

機能状況

A: 機能に問題無 B: 一部機能停止

C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(宮城県南浄化センター)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	・津波の進行方向に対して長辺直角の施設では、全施設において損傷・機能停止が生じ、長辺平行の施設より被害程度が大きい傾向が見られた ・長辺平行の施設については、沈砂池ポンプ棟において機械・電気の全損傷・全機能停止が発生したが、建築については損傷・機能停止が生じなかった
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	最初沈殿池、反応タンクのFRP製覆蓋が流出した
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	鋼製の消化タンクが浸水の浮力により、処理場から1.5km流出 RC構造の油脂棟が液状化、津波波圧による被害が生じた
(5) 漂流物の種類	ガレキ
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



敷地外まで流出したガスタンク



瓦礫の進入

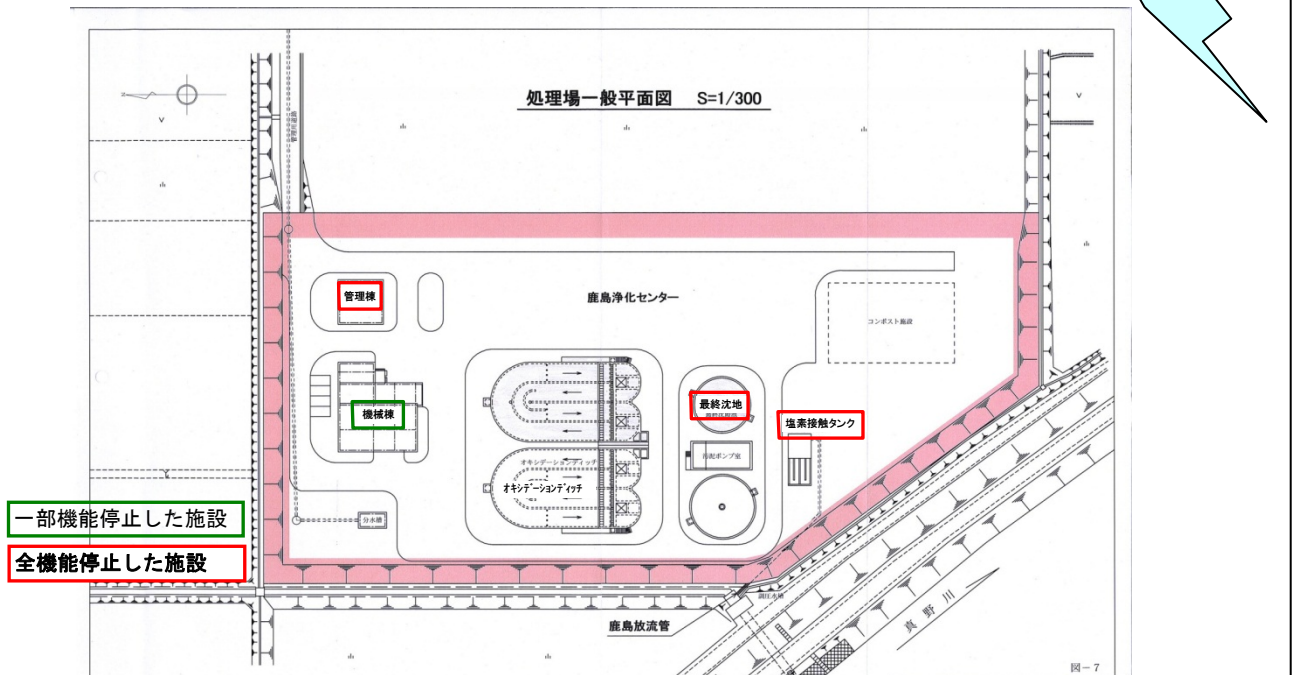
7. 福島県南相馬市鹿島浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成12年4月
- 2) 処理方式：OD法
- 3) 処理能力：全体：2,800m³/日最大（水処理2系列）
現有：1,400 m³/日最大（水処理1系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水 → 陸上埋立

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)	浸水深(m)	全機能停止	被災項目(重複有)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気	
											上	下
1900	波圧	1	1.7 ~ 2.8	5 / 13 = 0.38	土 2	瓦礫				4 / 5 = 0.80		
	浸水	4			建 2					3 / 4 = 0.75		
	漂流物	5			機 5							
					電 4							

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の進行方向と施設の配置方向における被害傾向

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
1900	管理棟	2.8	斜め方向	B	C	B	C	B	C
	機械棟	2.7	斜め方向	B	B	B	B	A	A

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したものの損傷状況
 A: 損傷なし B: 一部損傷
 C: 全損傷
 機能状況
 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(福島県南相馬市鹿島浄化センター)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向	津波の進行方向に対して斜め方向の全施設においては、防水扉の設置されていた電気室内の電気設備のみが損傷・機能停止が生じなかったが、他の設備については損傷・機能停止が生じた
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	蓋無
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	建屋破損の報告なし
(5) 漂流物の種類	ガレキ
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



ガレキの進入

8. 宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 50 年 4 月
- 2) 処理方式：雨水処理
- 3) 能力：15,756m³/時

(2) 被害内容



津波浸入方向（想定）

(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因 (重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目 (重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気						
600	波圧	5	8.0		3	/	5	=	0.60	土	0	ガレキ(木)	4	/	5	=	0.80
	浸水	2								建	0		4	/	5	=	0.80
	漂流物	4								機	5						
										電	5						

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設の配置との関連

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
600	ポンプ棟	8.0	長辺平行	B	A	C	C	C	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したものの
 損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項	被害状況
	(宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場)
(1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺平行に位置しており、機械・電気設備については全機能損傷が生じた 建物は一部損傷したが、建築の機能損傷は生じなかった
(2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4) 躯体の構造形式における被害傾向	ポンプ棟(RC構造)が津波波圧、津波漂流物により損傷が生じた。ただし機能損傷はなかった。
(5) 漂流物の種類	ガレキ
(6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



ポンプ場入口フェンス流出



スクリーン部にガレキ



2階操作室 「破損・流出」



流出脇堤防決壊

9. 宮城県名取市新町ポンプ場

(1) 施設概要の整理

1) 供用開始：昭和 51 年 10 月 2) 処理方式：雨水 3) 処理能力：1,800m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因 (重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目 (重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気							
900	波圧	4	不明		2	/	5	=	0.40	土	3		土砂	2	/	3	=	0.67
	浸水	3								建	0		ガラ	2	/	2	=	1.00
	漂流物	5								機	3							
										電	2							

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設配置との関連

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
900	ポンプ棟	不明	長辺直角	B	A	C	C	C	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況
		(宮城県名取市新町ポンプ場)
(1)	津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺直角に位置しており、機械・電気設備については全機能損傷が生じた 建物は一部損傷したが、建築の機能損傷は生じなかった
(2)	津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3)	水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4)	躯体の構造形式における被害傾向	ポンプ棟(鉄骨構造)が、地震力・津波波圧・津波漂流物により損傷が生じた。ただし機能損傷はなかった。
(5)	漂流物の種類	ガラ、土砂
(6)	機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

11. 宮城県石巻第6汚水中継ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成4年3月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：864m³/時

(2) 被害内容



津波浸入方向（想定）

(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因 (重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目 (重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気						
300	波圧	4	4.5		4	/	4	=	1.00	土	1	不明	3	/	3	=	1.00
	浸水	4								建	4		4	/	4	=	1.00
	漂流物	1								機	3						
										電	4						

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設配置との関連

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
300	ポンプ棟	4.5	長辺直角	C	C	C	C	C	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの

損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

機能状況 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況 (宮城県石巻第6汚水中継ポンプ場)
(1)	津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺直角に位置しており、 建築・電気・機械において全損傷・全機能停止が生じた
(2)	津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3)	水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4)	躯体の構造形式における被害傾向	新ポンプ棟(RC構造)、旧ポンプ棟(RC構造)が津波波圧、 津波漂流物により損傷が生じた
(5)	漂流物の種類	種類不明
(6)	機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

11. 宮城県仙台市北新田排水ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 50 年 4 月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：7,200m³/時

(2) 被害内容



津波の方向（想定）

(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因 (重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目 (重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気							
300	波圧	5	5.0		2	/	5	=	0.40	土	3		車両(大型)	2	/	4	=	0.50
	浸水	3								建	0			2	/	3	=	0.67
	漂流物	4								機	4							
										電	3							

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設配置との関連

海岸からの距離	施設名	浸水深 GL+	津波進行方向と被害の関連						
			津波進行方向に対する施設配置	建築損傷状況	建築機能状況	機械損傷状況	機械機能状況	電気損傷状況	電気機能状況
300	ポンプ棟	5.0	長辺直角	B	A	B	C	B	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したものの
 損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況 (宮城県仙台市北新田排水ポンプ場)
(1)	津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺直角に位置しており、建築に損傷は生じたが建築の機能停止は生じなかった。機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた
(2)	津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3)	水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4)	躯体の構造形式における被害傾向	ポンプ棟(RC構造)が、津波波圧・津波漂流物により損傷が生じた。ただし機能損傷はなかった。
(5)	漂流物の種類	車両
(6)	機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



ポンプ場南西部車両漂流物



ポンプ場南東部 車両漂流物



ポンプ場内部



高圧受電盤他転倒

12. 宮城県名取市閑上雨水ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成10年4月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：16,866m³/時

(2) 被害内容



津波浸入方向(想定)

(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目(重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気					
1,250	波圧	4	2.45		2	/	5	=	0.40	土	3	1	/	3	=	0.33
	浸水	3								建	0	2	/	2	=	1.00
	漂流物	5								機	3					
										電	2					

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設配置との関連

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
1,250	ポンプ棟	2.45	長辺直角	A	A	B	C	B	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況 (宮城県名取市閑上雨水ポンプ場)
(1)	津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺直角に位置しており建築の機能停止は生じなかった。 機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた
(2)	津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3)	水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4)	躯体の構造形式における被害傾向	建屋破損の報告なし
(5)	漂流物の種類	ガレキ、土砂
(6)	機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

13. 宮城県名取ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成1年4月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：3,696m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目(重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気							
	波圧	浸水	浸水深	全機能停止	土	建	機	電			上	下	率					
2,500	波圧	5	1.3		4	/	5	=	0.80	土	2		不明	4	/	4	=	1.00
	浸水	5								建	3			3	/	4	=	0.75
	漂流物	4								機	4							
										電	4							

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設の配置関連

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
2,500	ポンプ棟	1.3	長辺平行	A	A	C	C	C	C

Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況 A: 機能に問題無し B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況 (宮城県名取ポンプ場)
(1)	津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺平行に位置しており、建築に損傷は生じたが建築の機能停止は生じなかった。機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた
(2)	津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3)	水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4)	躯体の構造形式における被害傾向	建屋破損の報告なし
(5)	漂流物の種類	種類不明
(6)	機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



流入ゲート、操作盤浸水



自家発電施設浸水



ホッパー室津波により操作盤浸水



津波による建屋損傷、周囲浸水

14 青森県八戸汚水中継ポンプ場

(1) 施設概要の整理

1) 供用開始：平成2年4月 2) 処理方式：汚水 3) 処理能力：696m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

海岸からの距離(m)	被害要因(重複有)		浸水深(m)		全機能停止		被災項目(重複有)		構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気						
200	波圧	0	3.5		3	/	4	=	0.75	土	0	被害無	2	/	2	=	1.00
	浸水	4								建	1		3	/	4	=	0.75
	漂流物	0								機	2						
										電	4						

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の進行方向と施設の配置関連

海岸からの距離	津波進行方向と被害の関連								
	施設名	浸水深 GL+	津波進行 方向に対 する施設 配置	建築 損傷 状況	建築 機能 状況	機械 損傷 状況	機械 機能 状況	電気 損傷 状況	電気 機能 状況
200	ポンプ棟	3.5	長辺平行	B	A	C	C	C	C

△とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの
 損傷状況 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷
 機能状況 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況
		(青森県八戸汚水中継ポンプ場)
(1)	津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分)	津波の進行方向に対して施設は長辺平行に位置しており、 建築・機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた
(2)	津波の進行方向と開口部位置における被害傾向	※精査中
(3)	水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向	—
(4)	躯体の構造形式における被害傾向	ポンプ棟(RC構造)が津波波圧により損傷が生じた
(5)	漂流物の種類	被害無
(6)	機械設備、電気設備の浸水による被災傾向	※精査中

(6) 参考写真



流入ゲート開閉操作者の電気設備
が浸水、全機能停止 (流入渠)



機械・電気設備水没、全機能停止
(沈砂池搬出機)



機械・電気設備水没、全機能停止
(自動除塵機)



機械・電気設備水没、全機能停止
(汚水ポンプ施設)



機械・電気設備水没、全機能停止
(汚水ポンプ施設)



発電機及び発電機盤他水没、全機能停止

4. その他の被害

4.1 造成盛土地域での被害

4.1.1 被害の概要

仙台市泉区南光台地区を対象に、造成宅地地盤図（切盛区分図）（株式会社技術コンサルタント提供）と、下水道管路被害（仙台市提供）を重ね合わせることで、造成盛土における管路の被害傾向を把握する。

まずは、盛土造成地での家屋被害にどのようなものがあったか整理した。

仙台市南光台でのA～C地点での家屋被害を写真4-1に示す。

家屋被害に関しては盛土部で発生していることが確認できる。（図4-1、写真4-1）

- ・A、B地点では地震動による盛土の変状により家屋の傾斜が見られた。
 - ・沼を埋立てたC地点では、周辺地盤の液状化により家屋周辺の道路への被災が見られた。
- 下水道管路についても盛土部分及び切盛境において多くの被害が見られた。（図4-1～3）

表4-1は、仙台市内の造成地での人孔被害箇所数を集計したもので、盛土部で49%と半数を占める割合であり、盛土部での被害が多い傾向であることが分かる。

表4-1 切土・盛土位置での人孔被害割合

地盤分類	データ区間	頻度		%
切土	～30m	14	167	28%
切土	-30～-20m	6		
切土	-20～-15m	14		
切土	-15～-10m	32		
切土	-10～-7.5m	22		
切土	-7.5～-5m	36		
切土	-5～-2.5m	43		
切盛境	-2.5～2.5m	135	135	23%
盛土	2.5～5m	69	296	49%
盛土	5～7.5m	56		
盛土	7.5～10m	45		
盛土	10～15m	73		
盛土	15～20m	37		
盛土	20～30m	16		
盛土	30m～	0		
合計		598		100%

4.1.2 盛土造成地での対策方針

・盛土部での被害は下水道のみの対応では対策が困難である。

⇒住宅部局等関係部局と協議の上、地域全体の被害を軽減するための谷埋め盛土対策を行う必要が考えられる。

⇒事後対策として、既存の盛土の変状地域に対しては、仮設トイレ、可搬式水中ポンプ、その他事後対応に必要なものを準備する。

仙台市南光台における切土・盛土部での下水道施設被害

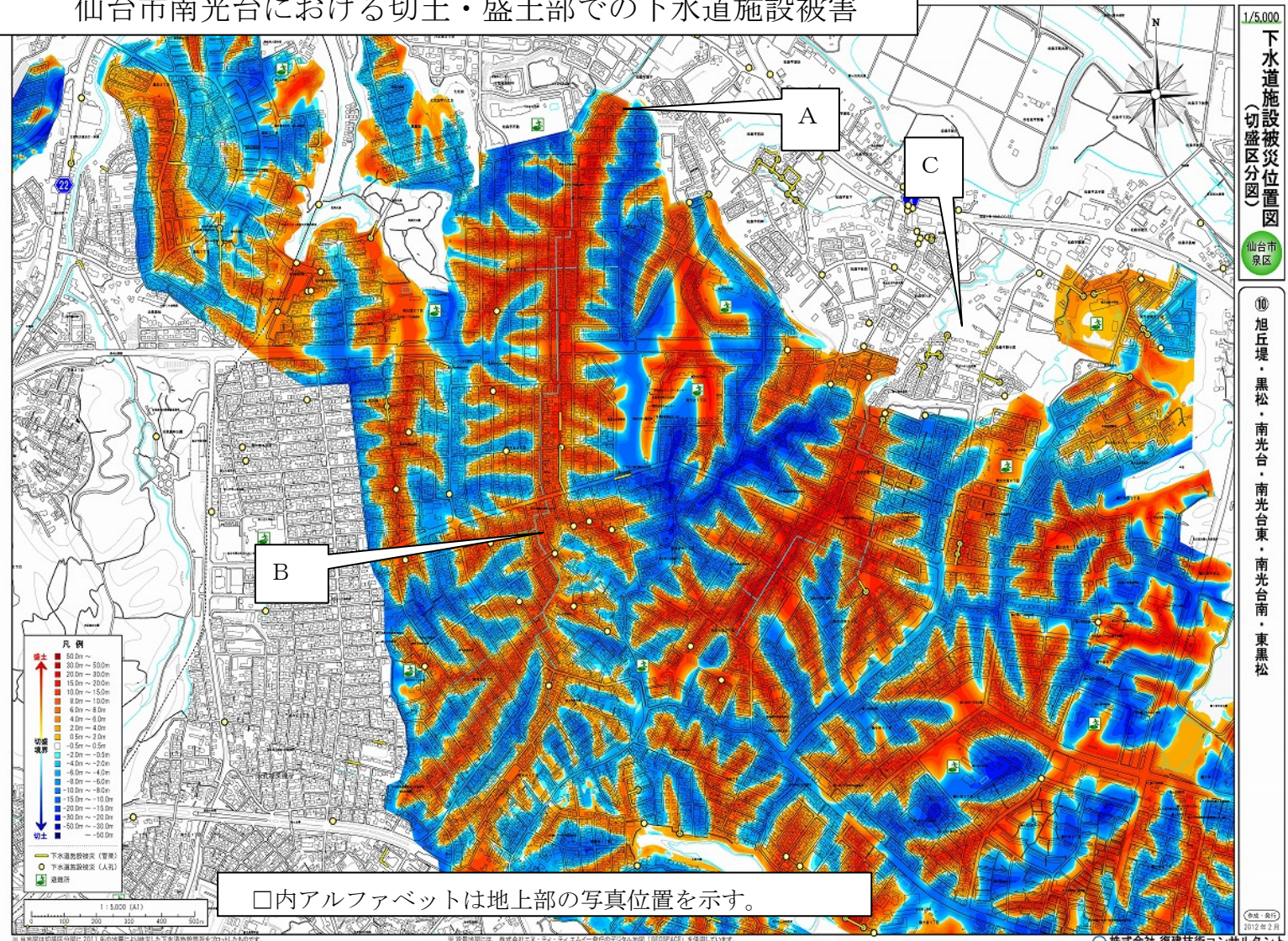


図 4-1 造成宅地地盤図と下水道被害の重ね合わせ図

仙台市南光台における盛土部での家屋被害



A地区 における被害（のり面の崩壊による背後家屋傾斜）



B地区における被害（強い振動による家屋被害）



C地区における被害（沼の盛土の液状化による家屋被害）

東京電機大学 安田教授提供

写真 4-1 仙台市南光台での家屋被害

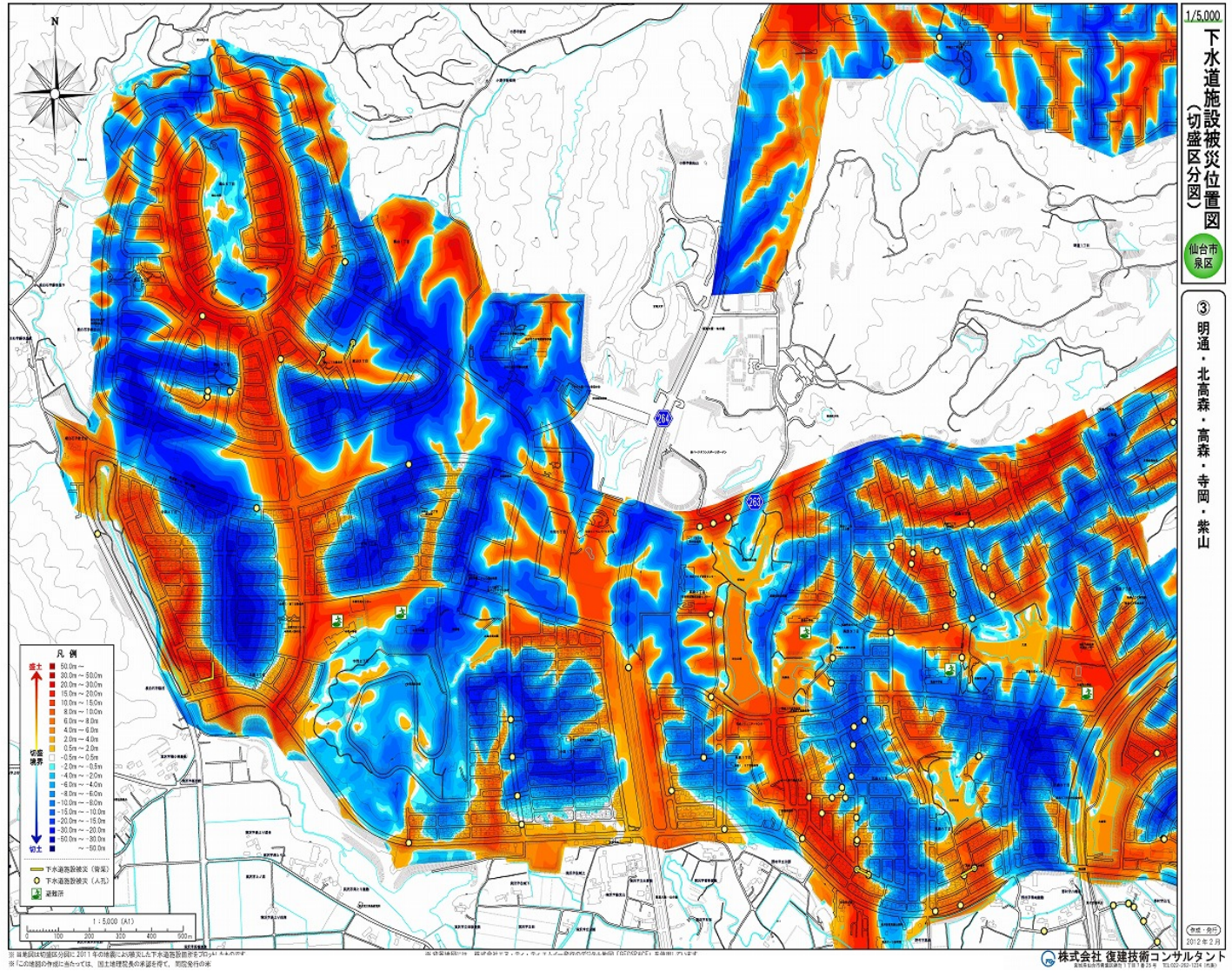


図 4-2 造成宅地地盤図と下水道被害の重ね合わせ図

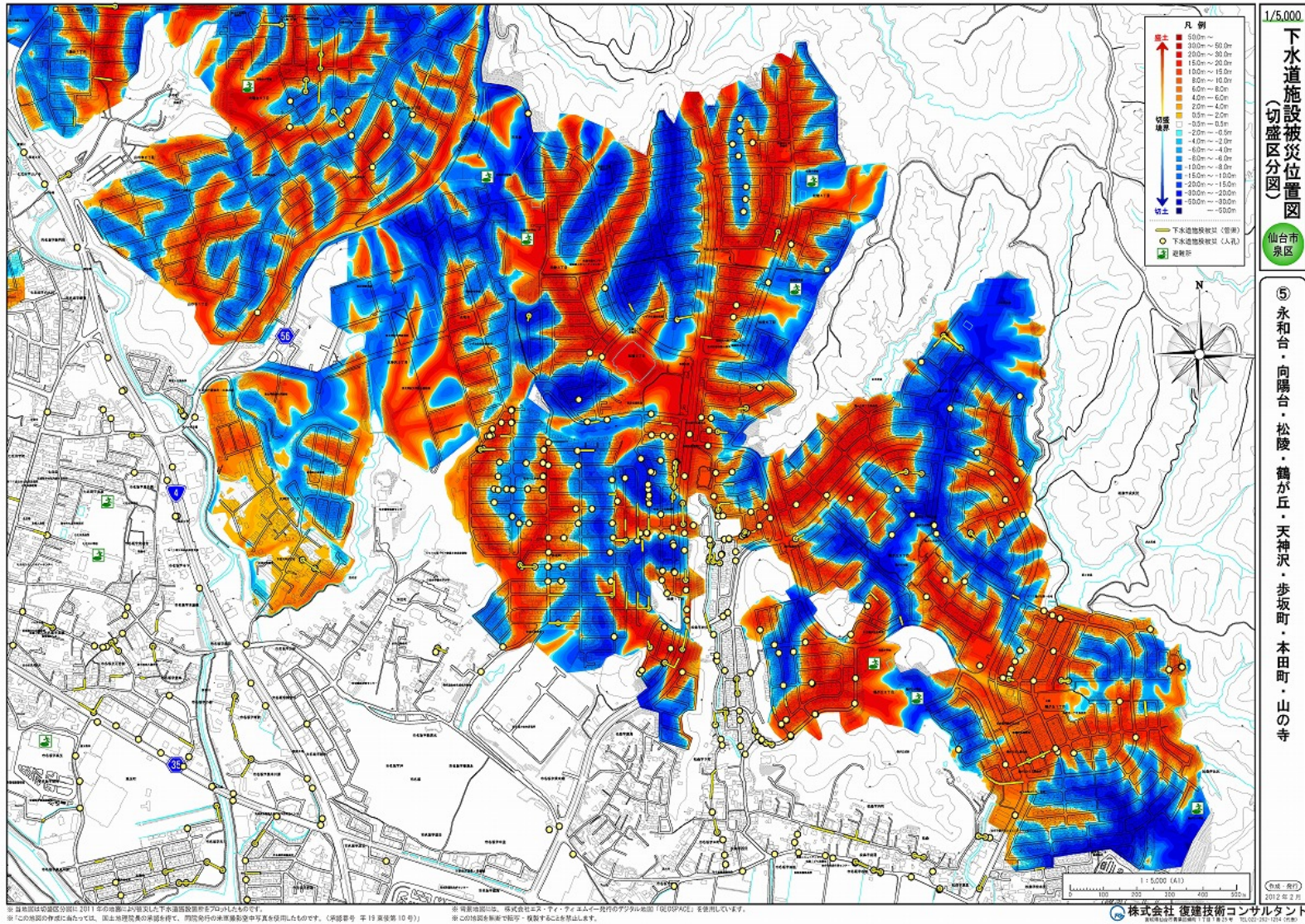


図 4-3 造成宅地地盤図と下水道被害の重ね合わせ図

4.2 地盤沈降による被害

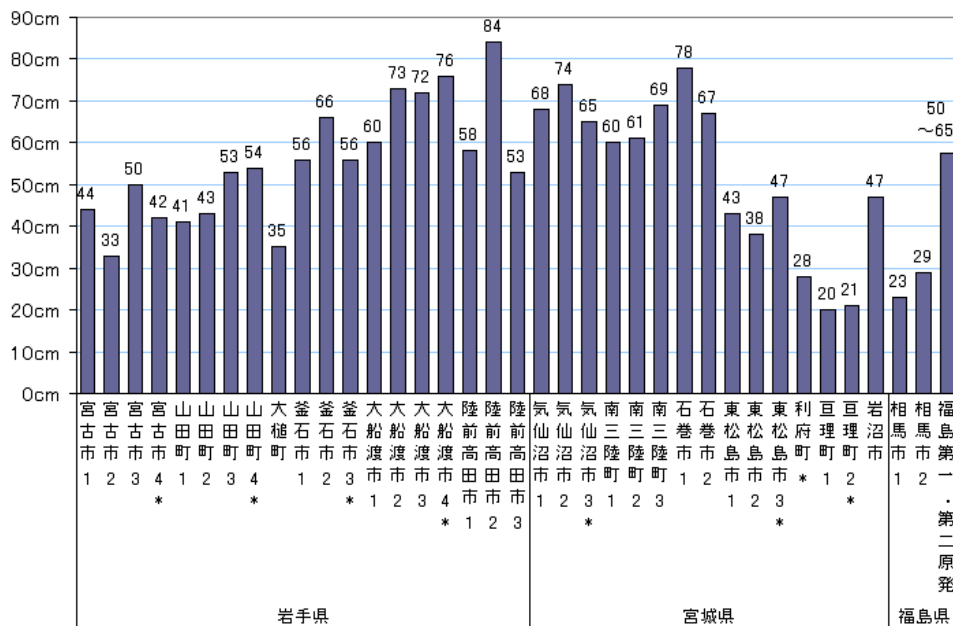
4.2.1 地盤沈降の概況

東北地方太平洋沖地震の地震動の影響で、東北地方の太平洋沿岸地域において顕著な地盤沈降（地震動による地盤の沈下：地盤沈降、液状化による地盤の沈下：地盤沈下と定義）が確認されている（国土地理院による電子基準点の解析結果より）。国土地理院が実施した（2011年4月5～10日）太平洋沿岸の28点の水準点・三角点における詳細な標高変動量調査を図4-4に示す。

震源地に近い岩手県、宮城県、福島県の太平洋沿岸地域の調査地点で、20～94 cmの地盤沈降が観察されている。特に、震源地に近くなると、地盤沈降量が大きくなる傾向にある。

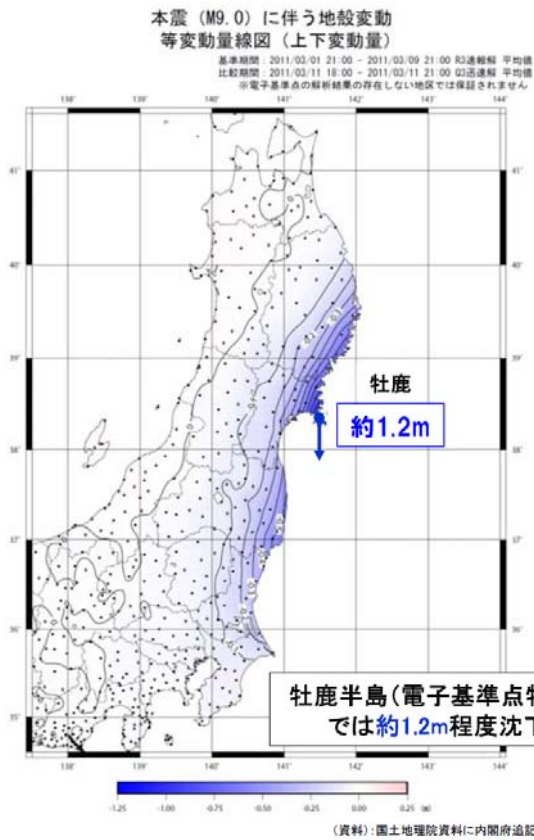
国土地理院によると、太平洋に位置する海底プレートが隆起した反動で、陸側の地盤が軒並み沈降。プレートのずれが南北約400キロと大規模だったことから、地殻変動が広範囲に及んだと報告されている。

また、地盤沈降の影響で、満潮時や降雨時に沈降した沿岸部で浸水や冠水が発生し、交通への支障や復旧活動への影響等が生じている。



(注) 電子基準点(*)の精度は約1cm、その他の水準点・三角点の精度は約10cm
(資料) 国土地理院「平成23年東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下調査結果について」(2011年4月14日)
東京新聞2011.7.9(福島第一・第二原発についての東京電力発表値)

図4-4 東日本大震災被災地の地盤沈降量



震源のほぼ真上の宮城県沖
の海底約3メートル隆起

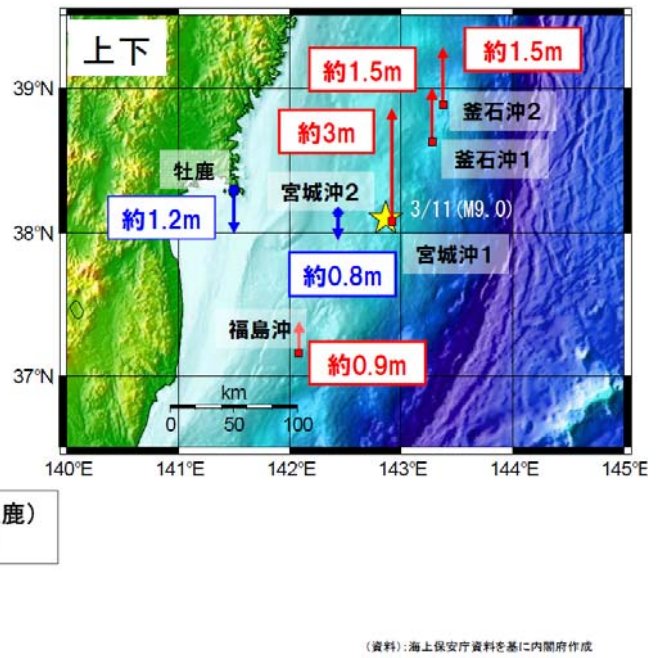


図 4-5 地殻変動状況 (上下変動)

出典: 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会
報告 (参考図表集) (平成 23 年 9 月 28 日、中央防災会議)

被害の大きかった石巻市では、満潮時や大潮時において市内の各所で道路の冠水被害が生じた。これらの対策として、仮堤防の築造や、道路の嵩上げ等が講じられているが、地域によっては潮位の変動によって冠水の解消には至っていない。



地盤沈下による道路冠水状況（1）



地盤沈下による道路冠水状況（2）

写真 4-2 地盤沈降による被害（石巻市）

4.2.2 地盤沈降による下水道の被害

広範囲な地盤沈降により、下水道施設にも大きな被害及び影響が生じている。

直接的な被害としては、下水道管きよの勾配不良により自然流下による排水ができなくなった事例や、雨水ポンプ場等の放流口が海水面以下となり排水に支障をきたしている事例がある。

また、地盤沈降に伴う冠水及び浸水、大量の湧水の噴出等により、大量の水が下水道管きよへ流入し、マンホールからの汚水溢水やポンプ場等への過負荷を生じさせている。

これら被害傾向より、特にポンプ場等の放流口高さの設定には、放流水面と吐き口との高さを確保するために、沈下量を想定した設計を行うなどの対策が必要である。

表 4-2 地盤沈降による下水道施設被害

	自治体	地盤沈降量	下水道施設被害		
			管きよ	ポンプ場	処理場
岩手県	宮古市	33～50 cm	勾配不良	—	—
	山田町	41～54 cm	勾配不良	(ポンプ場なし)	—
	大槌町	35 cm	勾配不良、侵入水	(ポンプ場なし)	—
	釜石市	56～66 cm	勾配不良	自然排水不可	—
	大船渡市	60～76 cm	勾配不良、浸水	—	—
	陸前高田市	53～84 cm	勾配不良	—	自然排水不可
宮城県	石巻東部	～ cm	侵入水	—	—
	気仙沼市	65～74 cm	勾配不良	自然排水不可	—
	南三陸町	60～69 cm	勾配不良	—	—
	石巻市	67～78 cm	勾配不良、侵入水、浸水	自然排水不可	—
	東松島市	38～47 cm	勾配不良	—	—
	利府町	28 cm	—	—	—
	亘理町	20～21 cm	—	—	—
	岩沼市	47 cm	—	—	—
	相馬市	23～29 cm	—	—	—

*ヒアリング調査による。

5. 被害総括と対策方針の整理

5.1 液状化による管路施設被害

5.1.1 被害総括

周辺地盤の液状化被害

- ・人孔の躯体ズレ
- ・人孔の沈下
- ・管きょ内への土砂流入による流下機能障害

埋め戻し土の液状化被害

- ・管きょ被害では、路面異常や滞水被害が大半を占めている。
- ・人孔被害は、躯体や突出の被害が多くなっている。
- ・管きょは震度階級にほぼ比例して被害率が増加する。
- ・管種別の被害率は、ヒューム管、塩ビ管、陶管の順で大きくなっていく。

5.1.2 対策方針の整理

周辺地盤の液状化地区では従来の液状化対策に加え、以下のような新たな対策を検討する必要がある。

- ・取付管および支管、継手の受口に可とう性及び伸縮性の優れた継手の開発が必要である。
- ・今回の東京湾岸地域では側塊ブロックタイプの人孔が多数採用されており、躯体のズレ被害を増加させたものと考えられ、既設の側塊ブロックタイプの人孔には、躯体のズレ防止または目地部からの土砂流入を防止する対策が必要である。
- ・完全に土砂を管路内に流入を防ぐ事は困難なため、事後対応として管路清掃業者との連携体制を構築しておく必要がある。

埋め戻し土の液状化に対しては、現行の耐震対策指針にある埋戻しの液状化対策工法にて対応する。

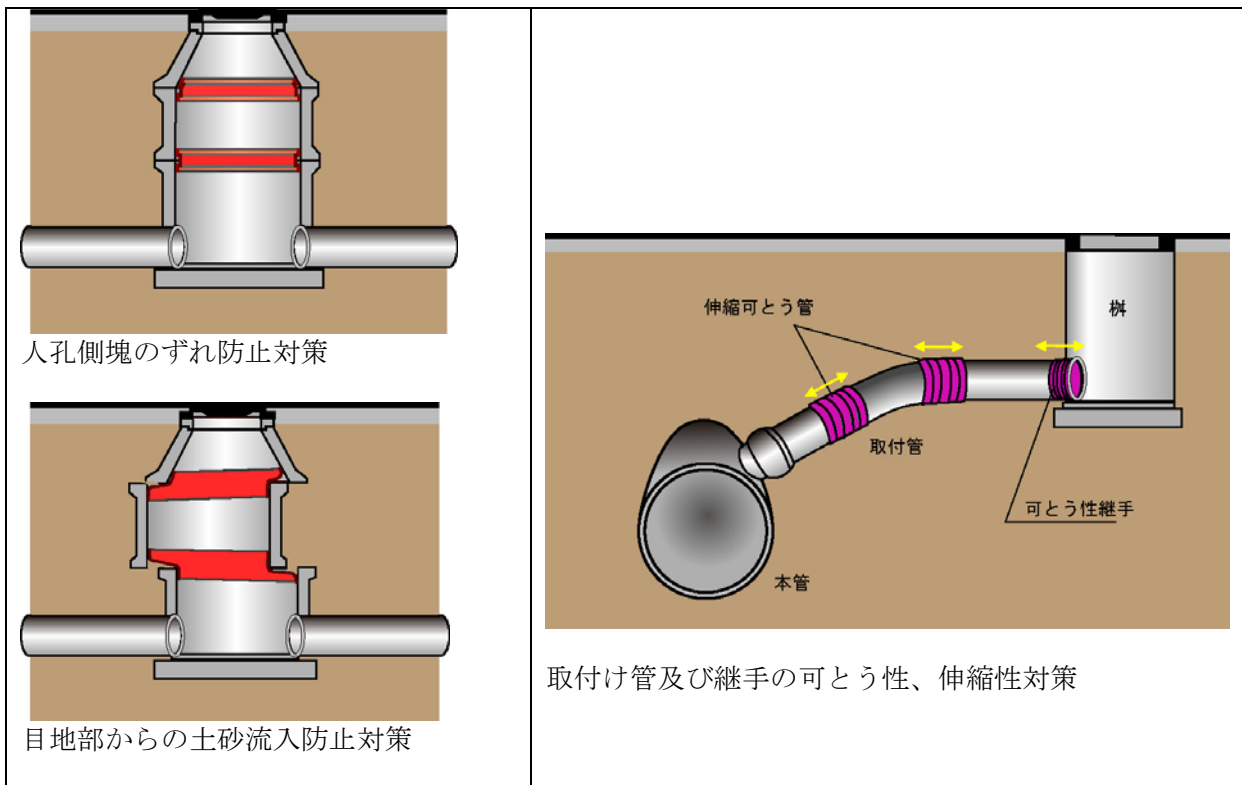


図 5-1 全面液状化地区の対策イメージ

5.2 処理場・ポンプ場の津波衝撃・津波浸水被害

5.2.1 被害総括

①津波浸水による被害

・機械・電気設備の水没、軽量覆蓋・設備の流出（浮力作用）、ガスタンク等の流出（浮力作用）

②津波波圧による被害

・構造物の損傷、機械・電気設備の損傷、ガスタンク等の流出

③津波漂流物による被害

・構造物の損傷、漂流物の侵入による損傷、機能停止

5.2.2 対策方針の整理

被害傾向分析の結果を踏まえ、第3次提言における内容に基づいた主な対策方針を以下に示す。

- ◆津波浸水：設備関連の高層階への設置、開口部覆蓋の流出防止対策、設備の防水化など
- ◆津波波圧：構造補強、津波侵入方向を考慮した建物配置、建築物の開口部位置変更など
- ◆津波漂流物：構造補強、防護壁の設置、水処理施設の開口部の覆蓋化など

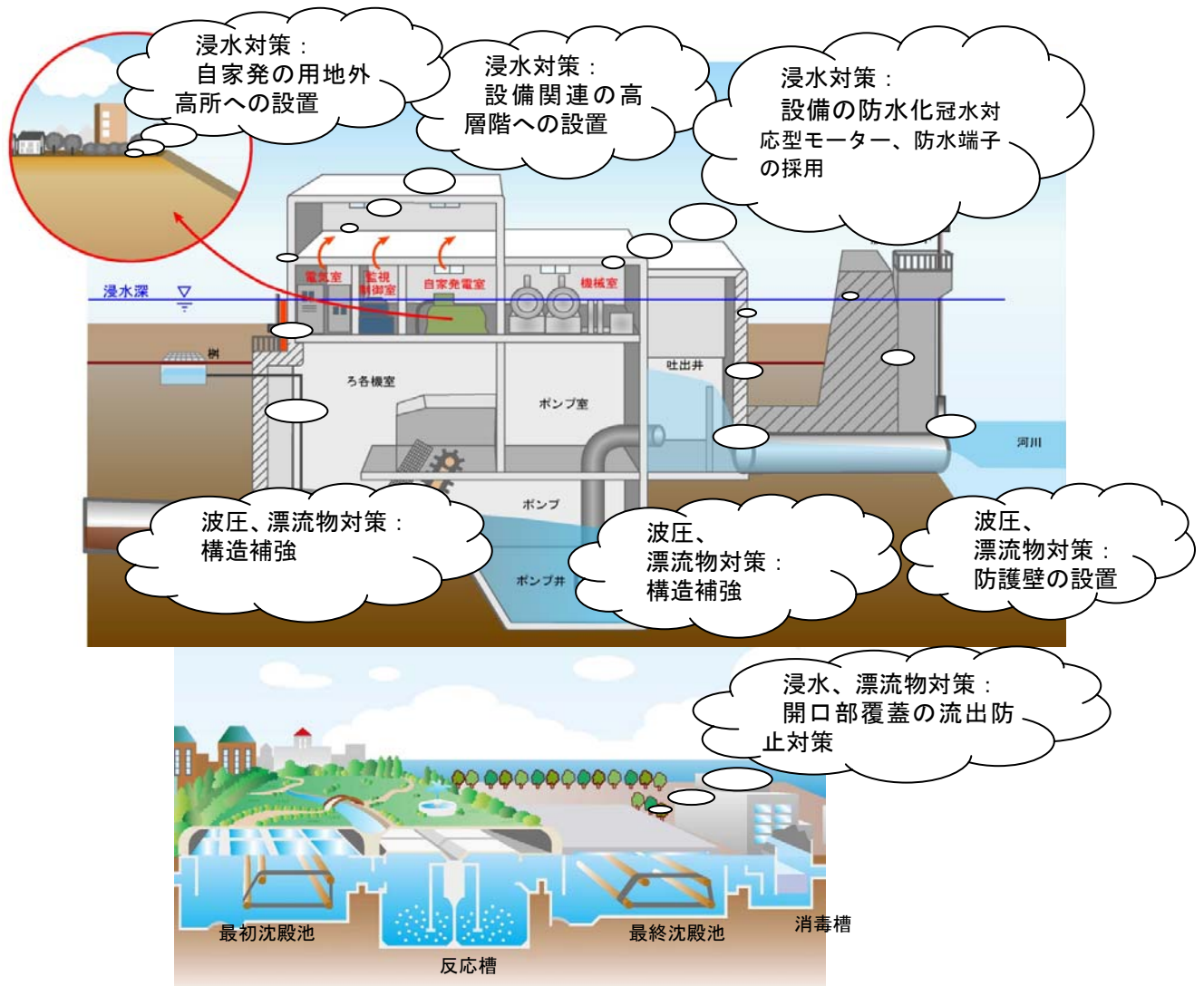


図 5-2 津波衝撃及び津波浸水の対策イメージ

表 5-1 下水道管路における現行の下水道施設の耐震対策指針と対策整理

	下水道管路施設被害状況	被害原因	現行の下水道施設の耐震対策指針		対策方針		
			耐震対策指針	耐震指針の考え方	ハード対策	ソフト対策	
津波	水管橋の流出	・津波の波圧による破損	なし			・BCP等で地震後の対応強化	
	マンホール蓋飛散・流出	・吐き口からの逆流によるマンホール蓋の飛散	地震対応マニュアル	・吐き口ゲートを閉じ、津波の侵入を防止する。	・可能な場所にはフラップゲート等の設置(逆流防止対策) ・JSWAS飛散防止蓋の使用		
	マンホールポンプの停止	・津波の波圧による破損	なし			・BCP等で地震後の対応強化	
地震動	埋め戻し土	マンホール浮上 管渠のたるみ・破損 管渠の浮上 道路陥没 侵入水	・未対策箇所被害発生 ・固化対策でのセメント混合のバラツキによる強度不足により被害発生	第8節 液状化対策 3.8.2 管路施設における液状化対策の手法 (2)埋め戻し土の対策	1.固化による埋め戻し 現場における一軸圧縮強度の平均値で、50KPa～100KPa 2.砕石による埋め戻し 透水性の高い材料(例えば、10%通過粒径(D10)が1mm以上の砕石、又は排水効果が確認されている材料) 3.締固めによる埋め戻し 締固め度で90%程度以上	・混合管理の徹底 ・使用材料の徹底 ・特記仕様書等に締固め管理の明記	
		継手部の破損・クラック	・未対策箇所被害発生	第2節 差込継手管渠の耐震設計 3.2.4 照査方法と対策	・マンホールと管渠の継手部は、耐震設計で得られた屈曲角と拔出し量に対応した耐震性能を有する可とう継手あるいは継手付きの短管を用いる。 ・管渠と管渠の継手部は拔出しによる離脱を防止するため差込長の長尺化を図るとともに曲げが生じても継手部で屈曲可能な構造とする。管材料、材料強度、管種を検討する	・左記同様とし、変更無し	
	周辺地盤	マンホール浮上・沈下 管渠のたるみ・破損 管渠の浮上 道路陥没 侵入水 側方流動	・未対策箇所被害発生	第8節 液状化対策 3.8.2 管路施設における液状化対策の手法 (1)周辺地盤の対策	・レベル1液状化のおそれのない埋め戻しを行う ・レベル2埋め戻し土の対策を検討するほか、必要に応じて周辺地盤の地盤改良等の対策を行う	・左記同様とし、変更無し ・左記同様とし、変更無し	
		マンホール躯体ズレ	・側塊ブロックタイプでの躯体ズレ被害	第6節 マンホールの耐震設計 3.6.2 マンホール目地部の検討	・組立式マンホールは、ブロック継手間の接合構造を変更して目地開きが起らないようにする	・側塊ブロック人孔に対しては、ズレ止め又は土砂流入防止を施す	
		取付管接合部突き出し・抜け出し	・未対策箇所被害発生 ・伸縮性不足	第7節 他の管路施設の耐震設計 3.7.4 取付け管	・取付け管は、原則として復旧の容易な構造とし、特に重要と判断される箇所については耐震構造とする。 ・取付け管の継手部は差込み長さを長くし、本管及びマスとの接合部は、可とう性継手を用いて変位を吸収させるような配慮が望ましい	・取付け管の継手部は差込み長さを長くし、本管及びマスとの接合部は、可とう性継手を用いて変位を吸収させるような構造とする(液状化対策手法)	
		土砂流入	・宅地内排水設備、取付け管破損、マンホール躯体ズレ箇所等からの流入	なし		・上記、取付け管及び人孔躯体対策等の実施	・BCP等で地震後の対応強化
	盛土の変状	造成盛土崩壊による管路破損	・未対策箇所被害発生	第8節 液状化対策 3.8.1 管路施設における液状化対策の基本方針 (2)液状化対策	・周辺地盤の液状化対策と同様		・BCP等で地震後の対応強化 ・住宅局との連携
	地盤沈降	管路から周辺地域での浸水 排水不良	・管路施設が沈降し、排水が出来ない	なし		・放流水面と吐き口との高さの確保	・BCP等で地震後の対応強化

表 5-2 処理場・ポンプ場における現行の下水道施設の耐震対策指針と対策整理

	処理場・ポンプ場の被害状況	被害原因	現行の処理場・ポンプ場の耐震対策指針		対策方針 (最大クラスの津波を対象)		
			耐震対策指針	耐震指針の考え方	ハード対策	ソフト対策	
津波	浸水	機械・電気設備の水没	浸水による水没	下水道の地震対策マニュアル 2006年版	・津波発生時の対応 防潮ゲートの閉鎖 流入ゲートの締切 など	・設備の防水化(冠水対応型) ・設置されている室の防水化 ・浸水高さ以上に開口部を設置 ・高所への設置	・代替機能の確保
		軽量覆蓋、設備の流出	浸水による流出	なし		・流出防止型覆蓋の設置 (コンクリート製覆蓋等)	・代替機能の確保
		ガスタンク等の流出	浮力による流出	なし		・浮力を考慮した基礎ボルト設置	
	波圧	構造物の損傷	津波衝撃	なし		・構造補強 ・防護壁の設置 ・津波進入方向を考慮した配置 ・浸水高さ以上に開口部を設置	・津波シミュレーション
		機械・電気設備の損傷	津波衝撃	なし		・防護壁の設置 ・浸水高さ以上に開口部を設置	・代替機能の確保
		ガスタンク等の流出	浮力及び波圧による流出	なし		・浮力及び波力を考慮した基礎ボルト設置	
	漂流物	構造物の損傷	漂流物の衝撃	なし		・構造補強 ・防護壁の設置 ・津波進入方向を考慮した配置 ・浸水高さ以上に開口部を設置	・津波シミュレーション
		漂流物の侵入による損傷、機能停止	漂流物の衝撃、堆積	なし		・開口部の覆蓋化 ・防護壁の設置	