

東日本大震災合同調査報告

土木編 2 土木構造物の津波被害と復旧

目 次

第1章 はじめに	1
第2章 港湾・海岸構造物	2
2.1 はじめに	2
2.1.1 東北地方における港湾の被災状況	2
2.1.2 港湾の津波被害の概要	2
2.1.3 防波堤の被災状況	2
2.1.4 岸壁の被災状況	3
2.1.5 水域施設の被災状況	4
2.2 航路啓開作業	5
2.2.1 啓開作業の概要	5
2.2.2 各港の啓開作業のあらまし	5
2.2.3 今後の課題	6
2.3 港湾の復旧・復興方針	7
2.3.1 各港復興会議での産業・物流復興プランの策定	7
2.3.2 東北港湾の復旧・復興基本方針検討委員会	7
2.3.3 東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会	8
2.4 港湾の復旧	9
2.4.1 災害査定のための調査	9
2.4.2 応急復旧工事	9
2.4.3 港湾施設の復旧	9
2.4.4 復旧に向けた対応	11
2.5 物流への影響と回復	12
2.5.1 物流全般の状況	12
2.5.2 定期航路への影響	12
2.5.3 企業活動への影響	12
2.6 災害に強い港湾を目指して	13
2.6.1 港湾施設の強化	13
2.6.2 津波防災支援システムの改良	14
2.6.3 災害時における港湾の機能継続のための体制強化	14
2.7 おわりに	15
第3章 橋梁構造物	16
3.1 はじめに	16
3.2 津波による構造物の被害に関する既往の検討結果	17
3.2.1 過去の津波による被害	17
3.2.2 2004年のスマトラ沖地震に伴う津波による被害	18
3.2.3 2011年の東北地方太平洋沖地震に伴う津波被害を受けた橋梁の β 値	28
3.3 津波による橋梁の被害の調査結果	41
3.3.1 2011年の東北太平洋沖地震による津波による橋梁被害	41
3.3.2 鉄道橋（JR東日本エリア）の被害状況	69

3.3.3	道路橋の被害状況	76
3.4	橋梁被害の生じた主な流域での映像解析と遡上解析	83
3.4.1	映像解析	83
3.4.2	数値解析	87
3.5	橋梁の被害原因の検討	91
3.5.1	津波を受ける PCT 桁橋の安定性に関する実験と解析による検討	91
3.5.2	橋桁への作用津波力と橋桁の流出限界に関する実験的研究	98
3.5.3	津波による橋梁被災解析への三次元流体解析手法の適用性検討	104
3.5.4	数値波動水路を用いた橋桁流出危険度判定法の検討	111
3.5.5	津波により PCT 桁橋梁に作用する流体力の解析的検討	112
3.5.6	津波による橋梁への水平作用力に関する実験的検討	119
3.5.7	津波によって道路橋上部構造に生じる波力の実験および再現解析	133
3.5.8	応用要素法による支承部を詳細にモデル化した橋梁の破壊解析	140
3.5.9	CFD による橋桁に作用する津波波力の検討	148
3.6	東北地方太平洋沖地震による流域ごとの橋梁の被害メカニズムの分析	153
3.6.1	志津川流域	153
3.6.2	津谷川流域	161
3.6.3	陸前高田	178
3.6.4	歌津大橋	182
3.7	橋梁の津波抵抗性の指標の検討	187
3.7.1	波力の評価方法	187
3.7.2	安全率による津波抵抗性の評価	187
3.8	おわりに	189
第4章	土構造物	190
4.1	はじめに	190
4.2	直轄国道の被災状況	190
4.3	道路の被災と応急復旧の状況	191
4.3.1	地震動による被害の事例と復旧	191
4.3.2	津波による被害の事例と復旧	192
4.3.3	道路土構造物の被災と復旧に関するまとめ	193
4.4	JR 東日本における土構造物の被害	194
4.4.1	代表的被害例	194
4.4.2	応急復旧、補修・補強方針について	198
4.4.3	被災規模と津波高さとの関係	198
4.4.4	JR 東日本の盛土構造物の津波による被害のまとめ	199
第5章	河川構造物	200
5.1	地震の概要	200
5.2	地震および津波による被害の概要	201
5.2.1	一般被害	201
5.2.2	河川管理施設の被害	201
5.3	被災した堤防の応急復旧・緊急復旧	202
5.4	地震による堤防被災の特徴	204
5.4.1	地震による堤防被災の実態把握（概要）	204
5.4.2	堤防被災箇所と基礎地盤微地形	204
5.4.3	堤体及び基礎地盤の土質特性と地下水位	204
5.4.4	基礎地盤の強度及び圧密特性	205
5.4.5	堤防開削調査により明らかとなった被災堤防の特徴	205

5.4.6	堤防被災の主要因	206
5.4.7	本復旧の基本方針	206
5.5	津波による堤防被災	207
5.5.1	津波の遡上	207
5.5.2	津波による堤防被災の実態と特徴	208
5.5.3	対策の考え方と基本方針	209
5.5.4	本復旧に当たって	209
5.6	おわりに	210
第6章	下水道施設	211
6.1	はじめに	211
6.2	下水道施設の被災状況	211
6.2.1	東北地方の下水道施設の被害状況	211
6.2.2	仙台市施設の被害状況	211
6.3	仙台市下水道震災復興推進計画	211
6.3.1	計画の基本方針	211
6.3.2	南蒲生浄化センターの復旧方針	212
6.3.3	段階的水質向上に向けて	213
6.3.4	環境に優しい処理場を目指して	215
6.4	おわりに	216
第7章	おわりに	217