

1978年宮城県沖地震による都市供給施設の被害と復旧 —下水道施設—

Effect of the Miyagiken-oki Earthquake of June 12, 1978, on Sewerage Systems

片山恒雄*・増井由春*・磯山龍二**

Tsuneo KATAYAMA, Yoshiharu MASUI and Ryoji ISOYAMA

1978年宮城県沖地震による下水道施設の被害および復旧の概略をガス、
上水道、電力(生産研究31巻2号, 4号, 6号)の各施設に続き報告する。

1. ま え が き

宮城県下における下水道事業は、仙台市の公共下水道七北田川以北の仙塩流域下水道、名取川以南の阿武隈川下流域下水道の3系統であるが、地震発生当時(1978年6月12日)稼動していた下水道は、仙台市および仙塩流域下水道(1978年6月1日より)の2施設であった(阿武隈川下流域下水道は建設中)。宮城県全体の下水道施設被害は建設中のものも含めて、106件、総計約8億8千万円と報告されている。¹⁾被害の程度は全体に軽微で、下水の流下にはほぼ支障はなく、浸水等の二次的な被害も報告されていない。一般市民のこうむった影響としては、下水道施設そのものの被害によるものよりも、一部ではあるが断水により水洗便所の使用が不能となったことが上げられる。

本報告では仙台市の公共下水道に注目して、管渠、処理場、ポンプ場の被害の概略を述べるとともに宮城県沖地震で新たに注目された、生下水の自然河川への放流の問題についても、その状況を述べる。復旧過程に関しては、被害が比較的軽かったこともあり、特に節をもうけて言及しないが、施設被害の各項目で簡単にその状況を述べる。したがって、既報のガス、水道施設等²⁾の被害、復旧の両者に重点をおいた報告とは多少趣を異にする。

2. 施設概要

仙台市の下水処理状況は、昭和52年度において、処理面積4,090 ha、人口約38万人、水洗化普及率60%となっている。³⁾処理区域の内約30%が分流式であり、他は合流式で処理されている。処理区域はおおよそ、市北部、中部、南部の3つに大別される。これらの区域から、各々

梅田川幹線、広瀬川幹線、長町幹線—南小泉幹線に導かれた下水は、第1南蒲生幹線を経て南蒲生下水処理場で処理・放流される⁴⁾(図1参照)。

埋設管渠としては、ヒューム管・陶管(管径250~2200 mm)等が用いられるが、供用に具されている延長は第2次計画分*として埋設された枝線管の一部を含んで約688 km(53年度末見込み)で、この内約43 kmが幹線および準幹線である。第2次計画分として埋設管の敷設工事が進められており、この未供用分の延長を含み約701 kmの管渠が、地震発生当時埋設されていた。^{**3),5)}

ポンプ場は図1に示す11ヶ所が稼動していた。これらのポンプ場の能力を表3(後出)に示した⁶⁾。また、この他に低地対策用として、排水人口100~2500人程度の小規模な低地ポンプ場が14ヶ所設置されていた。ポンプ場施設は、各排水区域の下水を汲み上げ幹線に流したり、幹線自体のポンプアップを行うなどの機能を持つが、特に市南部の長町地区でのポンプ場への依存度が高いことが注目される(図1参照)。

仙台市における唯一の処理場である南蒲生下水処理場は、日最大で506,800 m³の処理が可能であるが、現在流入している汚水量は日最大約26万m³で、簡易処理(沈砂池、最初沈澱池を経て塩素滅菌)され太平洋に放流されている⁴⁾(昭和54年から高級処理に移行する予定)。

3. 埋設管渠の被害

地震発生後、停電等により大部分のポンプ場の運転が停止されたが、翌日の13日から徐々に運転再開され機能を回復した。再開されたポンプ場では下水の流入・流出ともにさしたる支障はなく埋設管の完全な破壊、管渠の

* 東京大学生産技術研究所 第5部

** 東京大学大学院

* 昭和47年より着手されたもので、仙台市郊外の下水道整備を目的とし、8,419 haが認可を受け現在建設中である。

** 第2次計画分の未供用幹線8.7 km、同枝線4.2 km、第2次計画分供用幹線0 km、同枝線30.9 km。

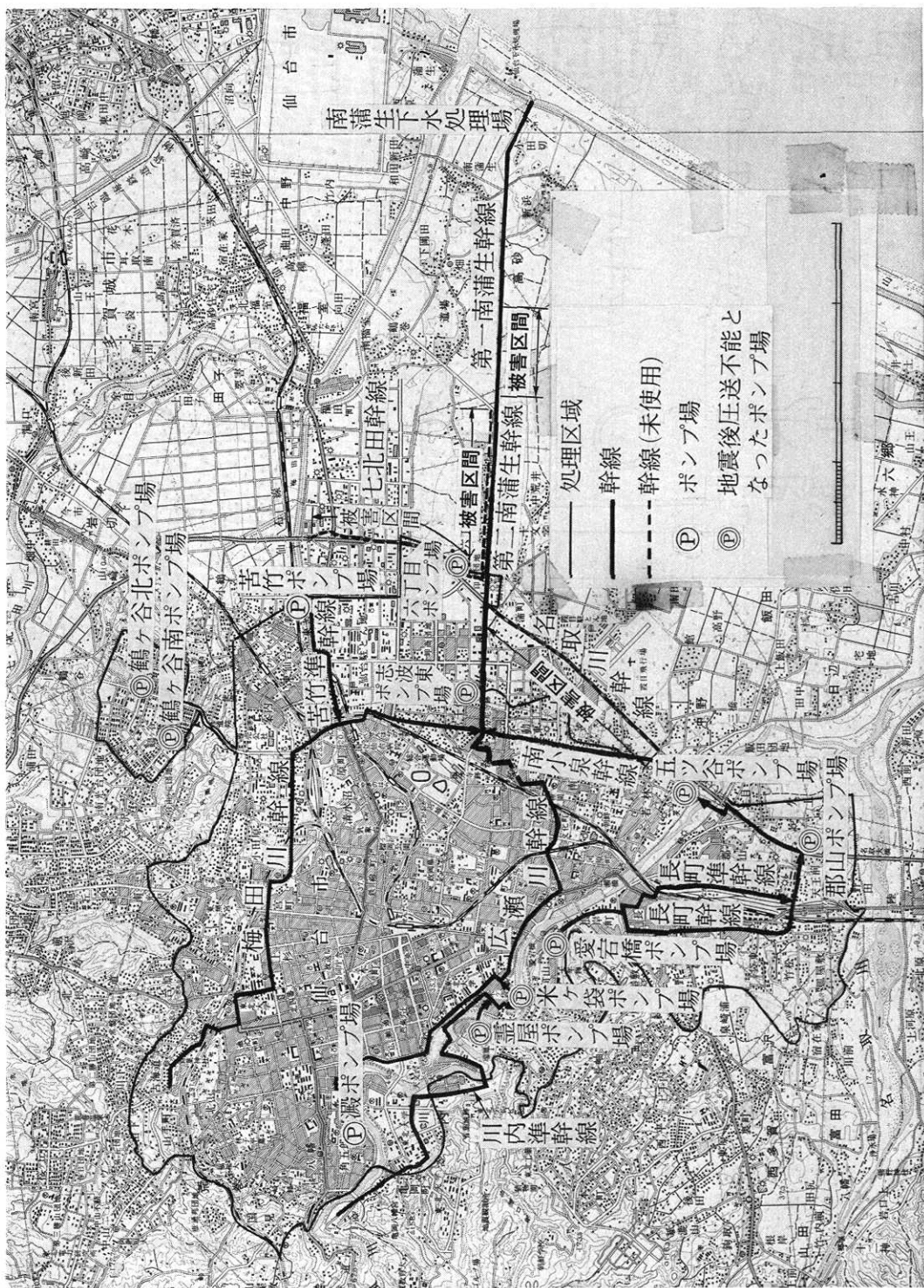


図1 仙台市の下水道施設および被害

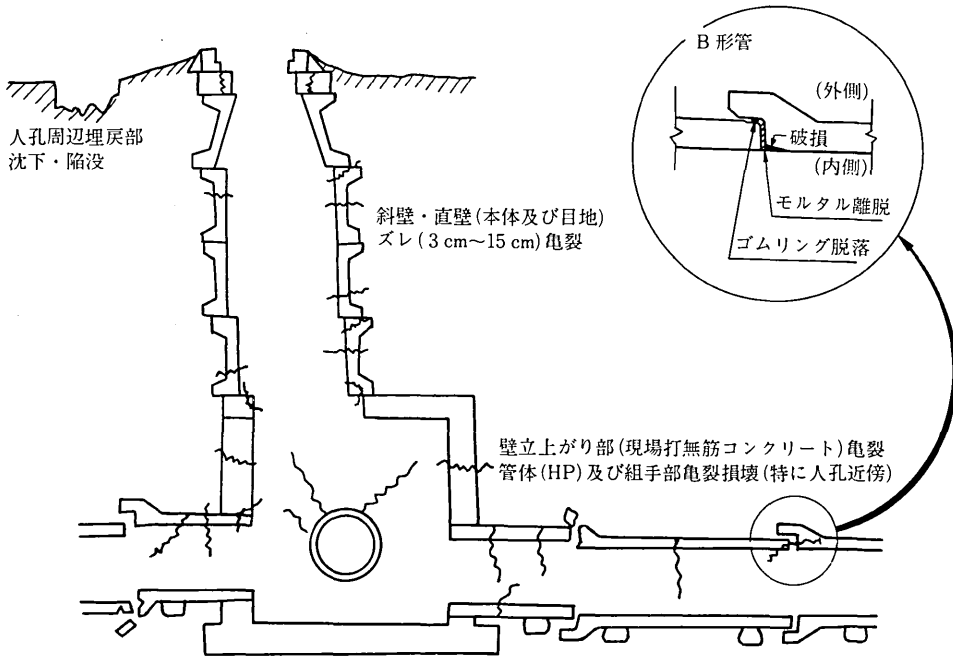


図2 管渠・入孔の被害 (文献(6)より引用)

破損による土砂の流入, それにとまう管の閉そく等重大な被害はないと判断された。(後述するが, 2ヶ所のポンプ場内で圧送管, 流入管の被害はあった。)

地震発生当時未供用であった第2次計画分の管渠の目視点検により人孔(マンホール)・管渠ともかなりの被害があることが認められた。そこで, 供用中の管渠に対する点検も必要となったが, 一般に下水道管渠は他の地下埋設管渠に比べても被害個所の発見が著しく困難であるため, 処理を継続しつつ, ガス・水道管の被害の多発した区域を中心に, 目視, 地下水の汚染度調査, TVカメラによる点検等の方法で調査が行われた。^{4), 6)}

全下水道管渠の延長に対して, なんらかの形で調査が行われた管渠の延長は微々たるものであるが, これらの管渠被害の特徴を図2に例示しておく。仙台市以外では, この他に, ボックスカルバートの沈下, 地すべりによる沈下・破損, 管の座屈等が報告されている。¹⁾

表1に幹線の被害を示す。^{6), 7), 8)} 供用中の幹線の内, 被害が報告されているものは, 第1南蒲生幹線のみであるが, 先にも述べたように, 供用中の管渠は被害の発見が困難であり, いずれの幹線も直接的な(目視による)調査は行われていないことに注意を要する。第1南蒲生幹線では, 管が埋設されている道路上1.5kmにわたって約40cm程度の陥没, 隆起がいたる所に見られ, 表1に示すように15ヶ所の人孔が被害を受けた。そこで, 管渠からの下水の漏水を調査するため約4km, 25ヶ所にわたって地下水を採水 分析したが, 管渠からの漏水は認められない旨が報告されている。^{4), 6)}

未供用分の幹線は, その全長にわたって管内からの目視による点検が行われたが, 大部分の管・人孔が被害を受けていたといえる。これらの未供用分の幹線は, ピート層, 砂層等からなるかなり軟弱な沖積地盤に埋設されていた。特に七北田幹線, 南蒲生幹線の一部が埋設されている地盤は仙台市により地盤沈下地域として指定されていた。⁹⁾

未供用の幹線, 枝線の大部分に対する目視点検の結果調査延長7420mの内94.1mの管が円周方向に亀裂が入るなどの被害をこうむっている。また, 管継手部の目地破損は, 調査目地数2845ヶ所の内553ヶ所となっている。⁶⁾

地震発生当時供用されていた枝線管渠延長は約645kmにのぼるが, この内約4kmが目視およびTVカメラによって調査された。¹⁰⁾ 調査はガス・水道管および道路被害の集中した場所を中心に行われた。まず, 人孔が点検され, 管渠については人孔被害の大きい所に重点をおいて調べられた。TVカメラによる点検は, 約1.4km(7月10日から8月3日の間)にわたって行われたが, 作業は複雑をきわめ, TVカメラ1台, ビデオ装置1台で, その作業速度は1日約400m程度とのことである。¹⁰⁾ 表2に供用枝線管渠被害の概要を示す。^{6), 7), 8)}

4. ポンプ場・処理場の被害

図1に示した11のポンプ場各々について, その被害の状況, 生下水の放流状況, 復旧日時をまとめて表3に示す。^{4), 6)} この表の中に二重丸で示したものは, それぞれのポンプ場の復旧の速速に最も影響を与えたと考えられる

被害である。

地震発生後も正常に圧送を続けたポンプ場は2ヶ所のみであった。他のポンプ場では、表3に示すように、運転不能となり、流入する下水を処理するため、河川・沼等への放流を余儀なくされた。圧送不能となったポンプ場の内、愛宕橋・郡山・鶴ヶ谷北の各ポンプ場を除くと、いずれも停電あるいは自家発電装置の運転不能が主な原因であった。自家発電装置の運転不能は6ヶ所であったが、この内4ヶ所のポンプ場では断水によって自家発電装置用の冷却水・潤滑水が得られなかったことが原因である。

電気・機械関係の被害は、いずれも軽微であったが、五ツ谷ポンプ場では、配電盤の移動、汚水ポンプと圧送管の接続部のズレに自家発電装置の故障がかさなり圧送不能となった。

圧送管・流入管の被害で地震直後に発見されたものは、愛宕橋・郡山・鶴ヶ谷北の各ポンプ場である。この内、愛宕橋ポンプ場の流入管被害は、管自体の被害ではなく、流入管に雨水管が誤接されていたために大量の土砂が流入管を通してポンプ場に流れこんだものである。

表3に三角印で示した被害は、地震発生後から約1ヶ月後に発見されたものであるが、上記の郡山・鶴ヶ谷北ポンプ場も含めて、これらの圧送管・流入管の被害は、建物(ポンプ室等)と管渠との取り付け部で起こっている。これらの管渠は大部分がφ35~1000mmの铸铁管であり、円周方向のクラックが主な被害の形態である。

最も被害の大きかった郡山ポンプ場では、約3m離れたポンプ室と調圧槽(内径5.5m、全高28m、地下部分7m)とをつなぐφ500~700mmの铸铁管(両フランジ継手、両端で鋼結)がフランジ継手付近で円周方向のクラックが入り、また、ポンプ室内部で管を固定しているコンクリートの土台が破壊した^{1),4),6)}

河川等に放流された汚水は総計して47万m³以上にのぼったが、南蒲生処理場の日最大流入量が約26万m³であることを考えるとかなりの量である。また、この内の大部分の約46万m³が広瀬川・名取川に放流された(表3参照)。最も放流量の多かった郡山ポンプ場では11日間にわたり放流が続けられたが、汚水は雨水沈砂池で簡単な沈殿処理をされ、さらに雨水放流ゲート室で1.5~2ppm程度の塩素滅菌をされたのち放流したと報告されている⁶⁾。郡山ポンプ場は合流式ポンプ場で、降雨時には雨水で希釈された汚水を名取川に放流しており、緊急時に際してこのような処置が可能であったと考えられる。これに対して、分流式の無人汚水中継ポンプ場*である六丁目ポンプ場では、水中ポンプで付近の用水堀に放流している。隣接する沼に放流せざるを得なかった鶴ヶ谷北ポンプ場では、吐出口にフェンスを張って浮遊物質の拡散を防いだとのことである⁶⁾

河川への汚水の放流に際しては、関連諸機関との協議が必要であるが、事前に連絡が行われた関係機関を表4

* 計7ヶ所の無人ポンプ場は、苦竹ポンプ場からテレメータによる遠方監視装置で監視されている。

表1 幹線管渠の被害

幹線名	調査延長/敷設延長 (Km)	調査人孔/人孔数	管種・管径 (mm)	土被り (m)	被害 (箇所数)			
					管渠	人孔	管体亀裂	継手目地破
第一南蒲生 (供用)	3.8 / 8.0	22 / 22	HP*—2100	3	—	—	—	15
第二南蒲生 (未供用)	2.3 / 2.3	14 / 14	HP—2100	3	1	9	1	13
七北田川右岸 (未供用)	2.3 / 2.3	18 / 18	HP—2000	6.0~8.3	2	205	0	17
名取川左岸 (未供用)	2.7 / 2.7	22 / 22	HP—1650	?	1	291	9	21
合計	11.1 / 15.3	76 / 76			4	505	10	66

* ヒューム管

表2 供用技線管渠の被害

	調査延長 (m)	調査人孔 (ヶ所)	管渠被害		人孔被害 (ヶ所)
			管体亀裂 (m)	継手・目地破損 (ヶ所)	
目視による調査	約 2500	706	443	5	205
TVカメラによる調査	約 1700*	—	185	3	—

* 一部(320m)目視によるものも含む

に示す。¹²⁾

南蒲生下水処理場の被害は、導水渠周辺の陥没、流入管(ヒューム管)折損等であった。自家発電装置も故障したが放流することができ、送電が開始された6月13日9時には汚水処理関係の機械が稼動した。汚泥ポンプは浸水により運転不能となっていたが、14日午前5時には再開された。⁶⁾

5. あとがき

仙台市の下水道施設について簡単に被害の状況を述べてきたが、ガス・水道等の都市供給施設と比べて下水道の被害は一般に軽微であったといえる。地震後の新聞(河北新報)を見ても、下水道関係の記事はほとんど見あたらない。水洗便所の問題も断水範囲・期間が短かったせいもあり、²⁾大きな問題とはならなかったようである。

供用中の管渠は、現在のところ使用にはさしつかえないものの、未供用管渠の被害から推定すると、目地破損・亀裂等かなりの潜在的な被害が見込まれ、地下水の漏水量も増加しているものと思われる。したがって、今後長期間にわたる点検修理が必要となろう。

下水道管渠は、管路に人孔を含むという点で、他の埋設管とはその地震時挙動が異なると考えられる。3.で述べたように、管路の被害は人孔および人孔付近の管の被害が多い。人孔上部は、コンクリート製ブロックを積み

上げて目地を充填しただけの構造で、人孔目地破損の被害が多発したのも当然であろう。これまでの微小地震観測などによる埋設管の地震時挙動研究によると、コンクリート管路では人孔の存在が人孔付近の管に多大な曲げ応力を発生させることが明らかにされている。¹³⁾したがって人孔ブロック目地の破損は、本来、管に伝わる応力を緩和しているとも考えられ、一概に人孔被害を非難するわけにはいかないかもしれない。人孔の構造を強化して被害を減らそうとするならば、人孔と管渠との取り付け部に対して、なんらかの耐震の工夫が必要となる。

下水の放流は、緊急時にはやむをえない措置と考えられるが、環境問題ともからんで今後の下水道施設の地震対策を考える上で重要な問題を提起している。実際、仙台市と広瀬・名取漁業協同組合の間で補償問題が起きている¹²⁾もちろん地震時において、ポンプ場の機能停止・放流という事態ができるだけ起こらないような対策がとられるべきであるが、一般にポンプ場・処理場は比較的低地の軟弱な地盤上に建設されることが多いので、この対策は経済的にも技術的にも難しい問題を含んでいる。やむをえず放流ということになれば、その時の対策も十分考えておく必要がある。もし、放流がスムーズに行われなければ、低地では下水による浸水などの二次的災害も考えられる。仙台市では今回の経験から、下水放流の対策として、①簡易処理を行った後放流 ②下水道の使

表3 ポンプ場の被害及び復旧

ポンプ場		澁	霊屋	米ヶ袋	愛宕橋	郡山	五ツ谷	鶴ヶ谷北	鶴ヶ谷南	苦竹	志波東	六丁目
種	類	合流式 有人	分流式 無人	合流式 無人	分流式 無人	合流式 有人	合流式 有人	分流式 無人	分流式 無人	合流式 有人	分流式 無人	分流式 無人
排水面積(ha)		55.84	16.60	243.54	158.78	920.00	121.52	139.30	168.00	320.42	53.96	108.00
排水量 (m ³ /sec)	汚水	0.134	0.014	0.510	0.067	0.419	1.007	0.135	0.149	0.236	0.033	0.151
	雨水	0.860				7.687	3.620			2.118		
被害	停電	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	断水			◎				○	◎		◎	○
	自家発電装置 故障			○			◎	○	○		○	◎
	電気・機械 系統の故障					○	◎					○
	圧送管の破損			△		◎	△	◎				
	流入管の破損				◎*			○		△		
	建物等の被害	○				○	○	○		○		○
流入汚水の処理	圧送	放流	放流	放流	放流	放流	放流	放流	放流	圧送	六丁目RS へオーバー フロー	放流
放流量(m ³)	—	少量	2,000	2,000	450,000	10,000	5,500	少量	—	—	—	3,000
放流先	—	広瀬川	広瀬川	広瀬川	名取川	広瀬川	近くの沼	高野川	—	—	—	用水堀
復旧日時(6月)	—	13日 0:30	13日 1:30	14日 16:00	23日 16:25	14日 17:30	14日 10:00	13日 10:00	—	13日 10:00	13日 9:00	

* 流入管からの土砂流入(雨水管が誤接されていたため) ○ 被害
◎ 最も復旧に影響を与えたと考えられる被害
○→○ 断水による自家発電装置の運転不能
△ 地震発生から約1ヶ月後に発見された被害

表4 下水の放流に際して連絡が行われた機関

建設省仙台工事事務所	(河川管理者)
宮城県河川水路課	(")
仙台市公害部	(公害監督官庁)
東北電力仙台火力発電所	(水利権者)
広瀬・名取漁業協同組合	(")
仙台市衛生試験所	(水質管理)
仙台市下水道部南蒲生処理場	(")

用制限 ③バキューム車による汚水の搬送 施設面では
①処理区域の分散 ②ポンプ場の系列化 ③施設の耐震
性向上 などの対策がすでに検討されているとのこと
である¹²⁾ この他に、表4に示したような関係機関と平常
時から協議しておくこと、構造的に放流が難しいポンプ
場の対策なども重要である。

6. 謝 辞

本報告をまとめるにあたって多くの方々の御協力を得
た。特に、仙台市建設局下水道部 安倍理夫氏、同 藤
谷典司氏には資料収集および著者らの質問に対して、こ
ころよく応じて下さった。また、本所第5部 久保慶三
郎教授には、資料収集や調査のための各種の便宜をはか
っていただいた。

本調査研究の一部は川崎市防災会議地震専門部会およ
び昭和53年度科学研究費補助金 自然災害特別研究(1)
「1978年宮城県沖地震による被害の総合的調査研究」(代
表 佐武正雄)の経費によるものである。

(1978年4月21日受理)

参 考 文 献

- 1) 宮城県土木部下水道課：「'78年宮城県沖地震下水道施設
被害報告書」
- 2) 片山他：「1978年宮城県沖地震による都市供給施設の被
害と復旧」
—都市ガス施設— ; 生産研究, 31巻, 2号
昭和54年2月
—上水道施設(その1)— ; 生産研究, 31巻, 4号
昭和54年4月
—上水道施設(その2)— ; 生産研究, 31巻, 6号
昭和54年6月
—電力施設— ; 生産研究, 31巻, 6号
昭和54年6月
- 3) 仙台市建設局：「事業概要」, 昭和53年9月
- 4) 安倍理夫：「'78宮城県沖地震による仙台市公共下水道の
被害報告」, 月刊下水道, Vol. 1, No 2, 1978年
- 5) 著者らの質問に対する仙台市下水道部の回答, 昭和54年
3月
- 6) 仙台市下水道部：「宮城県沖地震による仙台市下水道施設
の被害・復旧状況」, 昭和53年10月17日
- 7) 仙台市下水道部：「宮城県沖地震の被害及び復旧」, 昭和
53年11月24日
- 8) 仙台市下水道部：「'78宮城県沖地震による被害統計」
- 9) 仙台市公害対策審議会：「仙台市苦竹東部地区にみられる
地盤沈下の原因解明並びにその防止対策について」, 昭和
50年10月7日
- 10) 仙台市下水道部：「'78・宮城県沖地震災害による下水道
管渠の被害状況調査」
- 11) 仙台市下水道部安倍理夫氏との談話による。
- 12) 著者らの質問に対する仙台市下水道部の回答, 昭和54年
1月
- 13) 松井他：「松代地震による地中電線路埋設コンクリート管
の地震応答観測結果」, 第9回地震工学研究発表会, 1967
年

