

7.2.9 豪雨東部ポンプ場浸水解析報告書
(概要版)

平成19年12月

日本上下水道設計株式会社

7.2 9 豪雨東部ポンプ場浸水解析報告書 (概要版)

【目 次】

1	東部ポンプ場及び区域の概要	1
2	7月29日豪雨時の東部ポンプ場の状況	2
2.1	7月29日の降雨状況.....	2
2.2	東部ポンプ場の浸水状況の整理.....	4
2.2.1	東部ポンプ場の浸水発生経緯	4
2.2.2	東部ポンプ場の浸水発生状況	5
3	東部ポンプ場の浸水原因	6
3.1	東部ポンプ場の浸水発生原因の整理.....	6
3.2	東部ポンプ場の浸水原因の把握.....	6
4	シミュレーションによる検討	7
4.1	浸水シミュレーション	7
4.1.1	浸水シミュレーションの前提条件	7
4.1.2	シミュレーション結果(7月29日豪雨時を再現)	8
4.2	東部ポンプ場浸水原因(結論)	11
5	対策案の検討	12
5.1	対策案の提示.....	12
5.2	対策案の効果の検証.....	13

1 東部ポンプ場及び区域の概要

東部ポンプ場及び区域は相模川流域下水道の第 34 処理分区に含まれる市でも早くから下水道が整備された区域である。

東部ポンプ区域は合流式で、汚水は相模川流域下水道へ、雨水は量が多くなると相模川へ放流している。

表 1.1 東部ポンプ場区域の概要

項 目		内 容		
所 在 地		夕陽ヶ丘 64-8		
供 用 開 始		昭和 47 年 4 月		
計 画 排 水 面 積		272.74ha (第 34 処理分区の一部)		
排 水 能 力		45mm/時間		
対 象 面 積		合流: 254.70ha 、 分流: 0.10ha		
ポン プ 施 設	区 分	台数	構 造	能 力
	汚水ポンプ	3	350 立軸斜流渦巻ポンプ	揚水量 15m ³ /min
		2	500 立軸斜流渦巻ポンプ	揚水量 28.3m ³ /min
	圧送先: 東部 34-5 幹線			
	雨水ポンプ	3	1600 横軸斜流ポンプ	揚水量 330.0m ³ /min
		2	1100 横軸斜流ポンプ	揚水量 165.0m ³ /min
放流先: 相模川				



図 1.1 東部ポンプ場区域位置図

2 7月29日豪雨時の東部ポンプ場の状況

2.1 7月29日の降雨状況

7月29日の降雨状況を整理し、表 2.1～表 2.2、図 2.1に示す。

表及び図より、当日の降雨は、概ね2時間以内に降った短時間降雨であることがわかる。また、10分間雨量が20mmを超えた観測所は、神田小学校、大野公民館、国土交通省京浜河川事務所相模川出張所、花水小学校及び平塚市役所本庁舎屋上であり、相模川沿いに位置しており、降雨に偏在性が見られる。

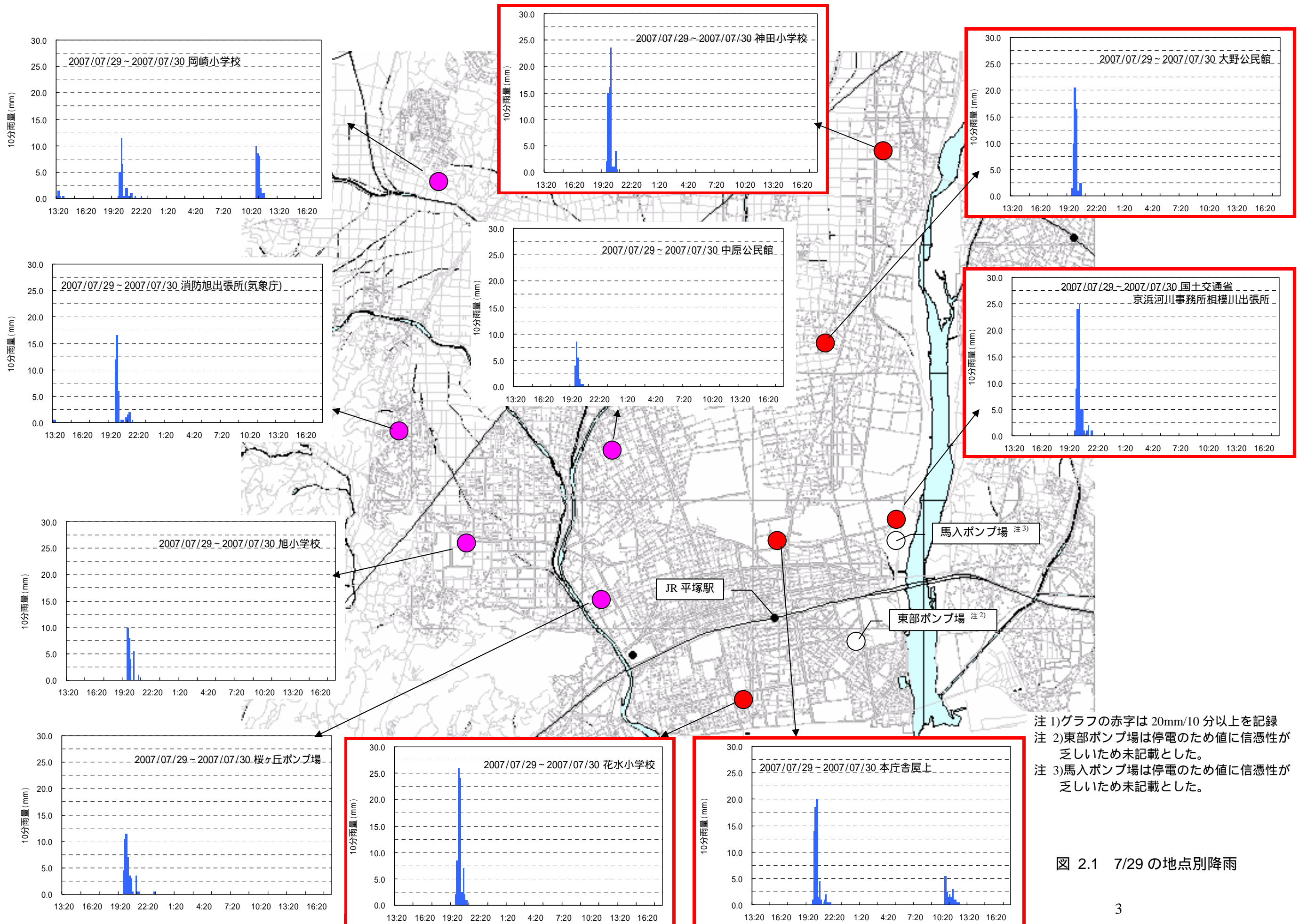
表 2.1 7月29日降雨観測所別の降雨量

雨量計位置	降 雨 量			
	mm/時間	時間	mm/30分	時間
本庁舎屋上 (防災安全部所管)	59.5mm/時間	20:00～21:00	52.5mm/30分	20:00～20:30
消防旭出張所 (気象庁所管)	35.5mm/時間	19:50～20:50	34.5mm/30分	19:50～20:20
岡崎小学校 (下水道部所管)	27.5mm/時間	20:00～21:00	23.0mm/30分	20:00～20:30
花水小学校 (環境部所管)	70.0mm/時間	19:50～20:50	58.5mm/30分	19:50～20:20
神田小学校 (環境部所管)	60.5mm/時間	19:50～20:50	54.5mm/30分	19:50～20:20
旭小学校 (環境部所管)	27.5mm/時間	19:40～20:40	22.0mm/30分	19:40～20:10
中原公民館 (環境部所管)	20.5mm/時間	19:40～20:40	18.0mm/30分	19:40～20:10
大野公民館 (環境部所管)	53.0mm/時間	19:50～20:50	47.0mm/30分	19:50～20:20
桜ヶ丘ポンプ場 (下水道部所管)	40.0mm/時間	19:40～20:40	29.0mm/30分	19:50～20:20
国土交通省京浜河川事務所相模川出張所	69.0mm/時間	20:00～21:00	58.0mm/30分	20:00～20:30

表 2.2 7地点別の7月29日の10分降雨データ一覧表

単位：mm/10分

7月29日の時刻	本庁舎屋上	消防旭出張所 (気象庁)	岡崎小学校	花水小学校	神田小学校	旭小学校	中原公民館	大野公民館	桜ヶ丘ポンプ場	国土交通省京浜河川事務所相模川出張所
19:00～19:10										
19:10～19:20										
19:20～19:30										
19:30～19:40										
19:40～19:50				2.0	2.0	10.0	4.0	1.5	4.5	
19:50～20:00	1.0	12.0	0.5	8.5	15.0	8.0	8.5	10.0	10.5	1.0
20:00～20:10	14.0	16.5	5.0	26.0	16.0	4.0	5.5	20.5	11.5	9.0
20:10～20:20	18.5	6.0	11.5	24.0	23.5		1.5	16.5	7.0	24.0
20:20～20:30	20.0		6.5	2.5	1.0	5.5	0.5	1.0	3.5	25.0
20:30～20:40	1.5	0.5	0.5	7.0	1.0		0.5	2.5	3.0	5.0
20:40～20:50	4.5	0.5	2.0	2.0	4.0			2.5	0.5	5.0
20:50～21:00	1.0		2.0	1.0	0.5	1.0				1.0
21:00～21:10		1.0	0.5						3.5	
21:10～21:20	1.0	1.5	1.0						0.5	1.0
21:20～21:30	2.0	2.0	1.0						0.5	2.0
21:30～21:40	0.5									
21:40～21:50	0.5	0.5	0.5							1.0
21:50～22:00	0.5									
22:00～22:10										
22:10～22:20										
22:20～22:30			0.5							
22:30～22:40										



注 1) グラフの赤字は 20mm/10 分以上を記録
 注 2) 東部ポンプ場は停電のため値に信憑性が
 乏しいため未記載とした。
 注 3) 馬入ポンプ場は停電のため値に信憑性が
 乏しいため未記載とした。

図 2.1 7/29 の地点別降雨

2.2 東部ポンプ場の浸水状況の整理

2.2.1 東部ポンプ場の浸水発生経緯

東部ポンプ場の浸水発生の要因フロー図を作成した。フロー図を図 2.2に示す。

フロー図より、落雷による停電から、雨水ポンプ排水不能まで極めて短時間で起こったことが分かる。

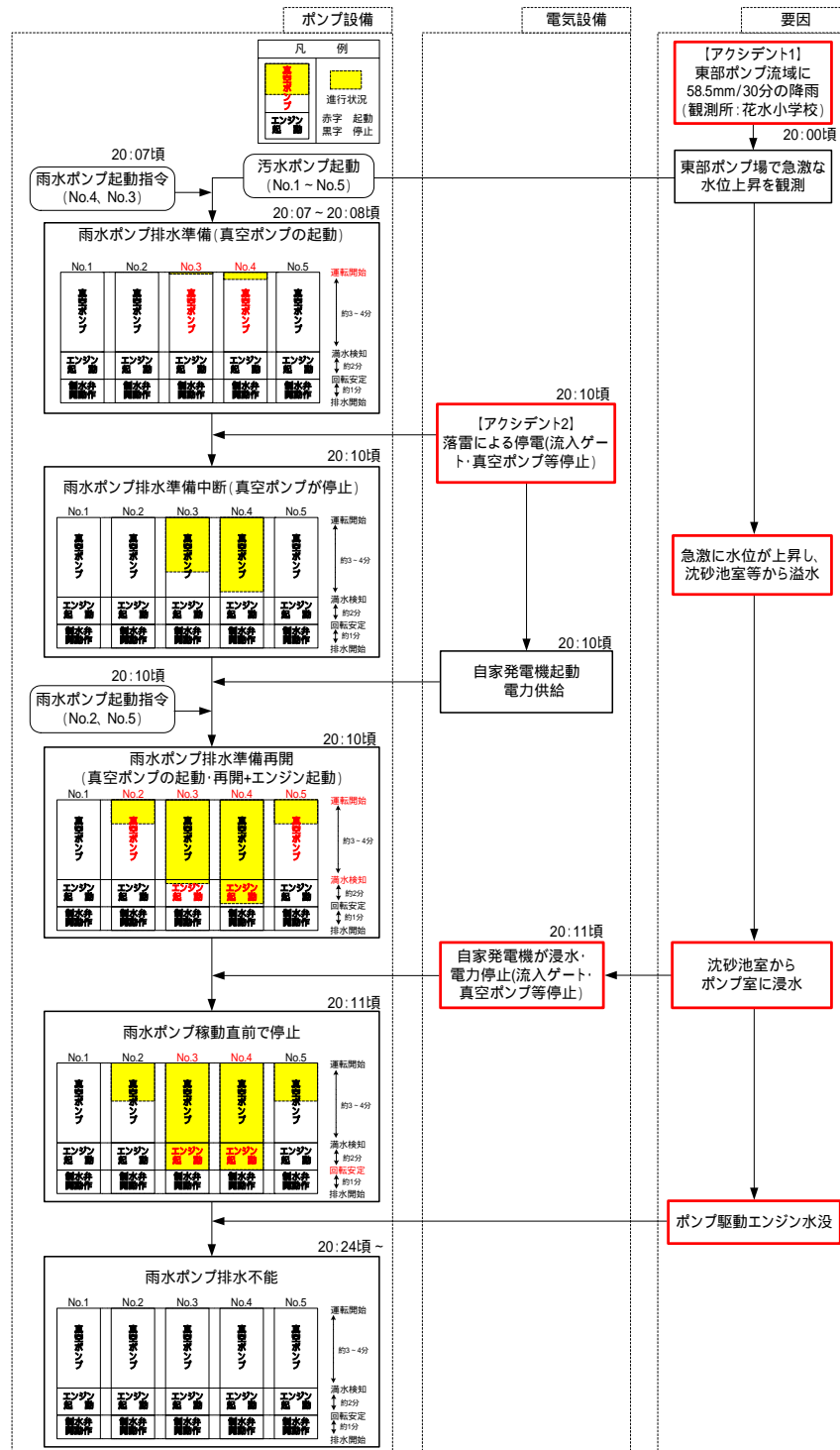
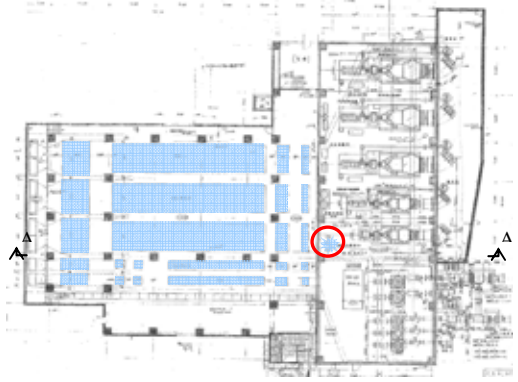
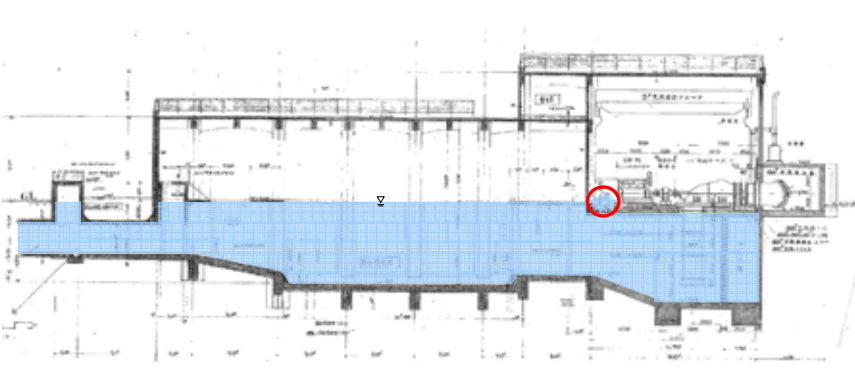
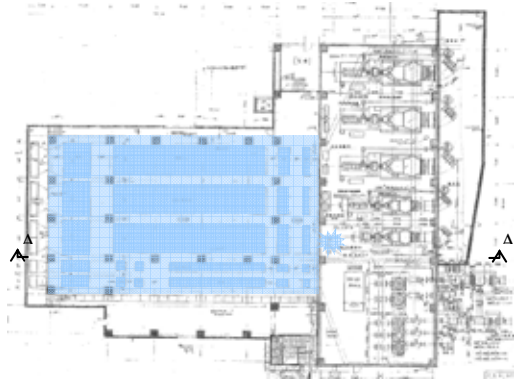
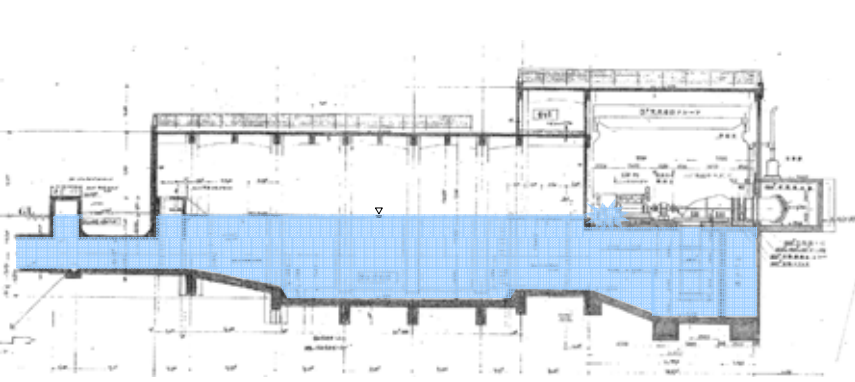
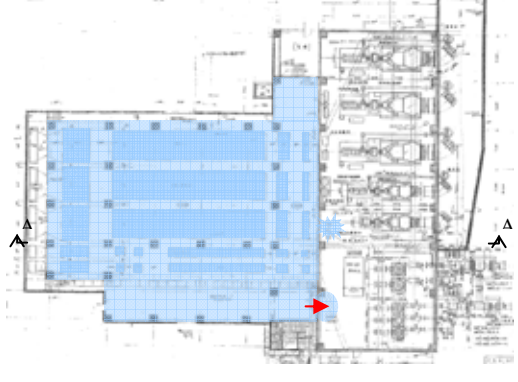
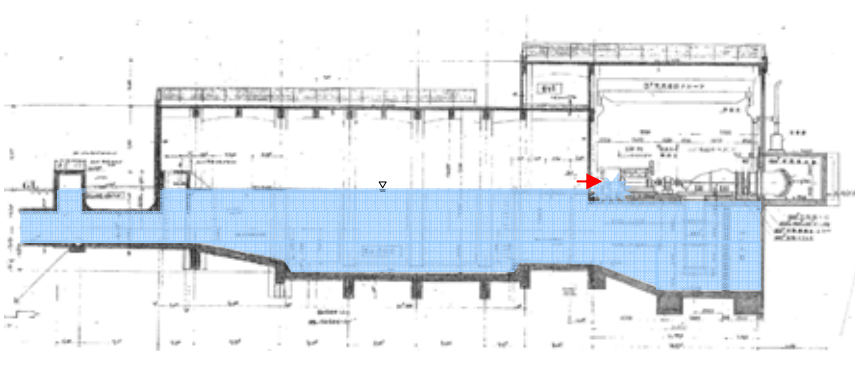
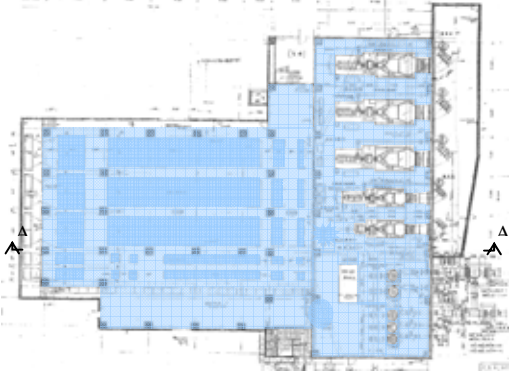
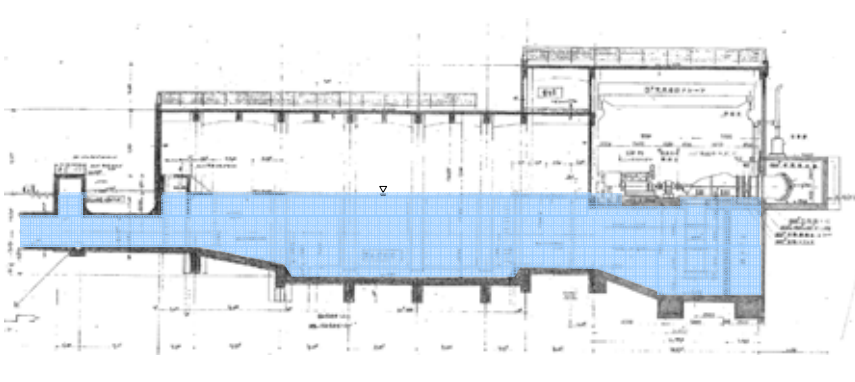
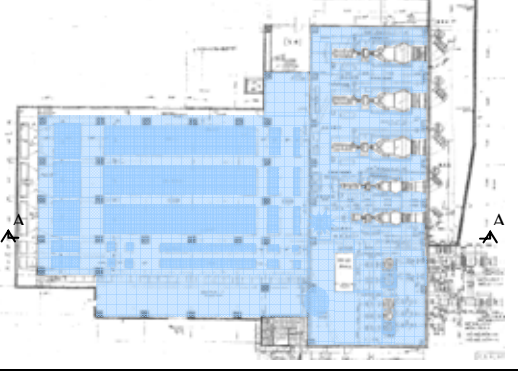
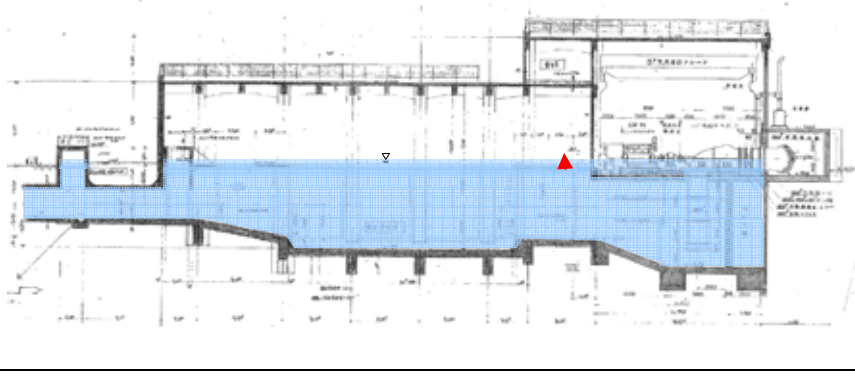
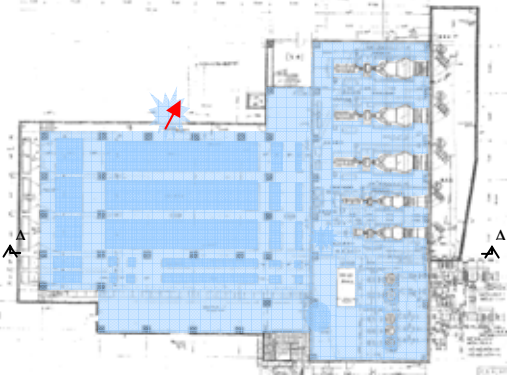
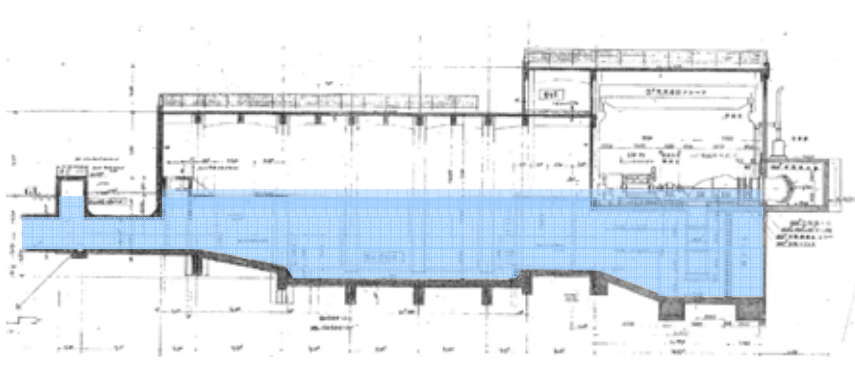


図 2.2 浸水発生要因フロー図

2.2.2 東部ポンプ場の浸水発生状況

東部ポンプ場の浸水が、どのような段階を経て生じたかを整理し、下図に示す。

図 2.3 沈砂池室からポンプ室への雨水流入図

浸水状況	平面図	断面図
<p>水位上昇により、最も床高さが低いポンプ室の開口部から溢水が発生</p>		
<p>水位がさらに上昇し、沈砂池から溢水が発生</p>		
<p>沈砂池等の溢水が、床高さが低いポンプ室へ流入</p>		
<p>ポンプ室と沈砂池室の水位が同じ高さに</p>		
<p>沈砂池室・ポンプ室周囲が壁で囲まれているため、水位がさらに上昇</p>		
<p>ある水位で搬入扉が水圧等により歪む 扉が歪んだために生じた隙間からポンプ場外へ流出</p>		

3 東部ポンプ場の浸水原因

3.1 東部ポンプ場の浸水発生原因の整理

浸水発生要因フロー図から浸水の原因は、図より、以下の事項が起こり、浸水に至ったことが分かる。

短時間に排水能力を超える降雨が集中
起動～排水まで時間を要するポンプ+停電の発生
自家発電機が浸水

3.2 東部ポンプ場の浸水原因の把握

a) 問題点 1：短時間に排水能力を超える降雨が集中

一般に大雨が降る場合は、台風や集中豪雨時であるが、気象庁 HP（出展「<http://www.kishou.go.jp/know/sonaeru/index0.html>」）によると「記録的な大雨をもたらした気象の原因が何であったかを調べてみると、10 分間や 1 時間の降水量の記録では、雷雨、前線、低気圧などによるものが上位を占め、1 日の降水量の記録では台風が上位を占めています。」との記述がある。

今回の降雨は雷雨によるものであり、1 時間の降水量が 70.0mm/時（30 分間では 58.5mm）〔観測所：花水小学校〕と短時間に非常に激しい雨が降った。

この降雨では、東部ポンプ場の排水能力である 45mm/時間を越えており、結果として短時間に多量の雨がポンプ場に集中し、急激な水位上昇を示す結果となった。

b) 問題点 2：起動～排水まで時間を要するポンプ + 停電の発生

当ポンプ場で設置されている雨水ポンプの形式は、横軸形斜流ポンプであり、羽根車が床上にあるため維持管理が容易な反面、起動の際にポンプ上部を真空ポンプにより満水にする必要がある。この満水検知によりエンジンが稼働する手順となるため、満水までの時間が掛かることから始動性は劣る。

所要時間は以下により、約 6～7 分となっている。

「真空ポンプ起動	真空確保(満水)	エンジン稼働確認+制水弁を開	排水開始」
(約 3～4 分)		(約 2 分)	(約 1 分)

今回、起動～排水まで約 6～7 分要すとなれば、急激な水位上昇への対応は困難と判断される。また、起動段階で停電が発生し、さらに時間を要する結果となってしまった。但し下記のとおり、迅速な始動への取り組みは種々行われている。

真空ポンプの複数化によるポンプ同時稼働システムを構築
停電時でのエンジン継続運転システムの構築
エンジン駆動から電動機駆動への始動性向上（計画中）

c) 問題点 3：自家発電機が浸水

急激な水位上昇により沈砂池やポンプ室床の開口部から溢水が生じた。当時の浸水状況は、ポンプ室床の開口部からの溢水より沈砂池からポンプ室への流入が多かったと考えられる。これらと東部ポンプ場の構造を考えると、ポンプ室にある自家発電機の浸水の主要原因は、自家発電機が設置されているポンプ室の床高が沈砂池室より 35cm、周辺地盤高より 20cm 低いためと考えられる

また、自家発電機停止が、7.29 豪雨時にエンジンポンプが起動していたにも係らず、電力が供給されないために制水弁の開動作が停止し、排水ができなかったことに繋がる結果となった。なお、制水弁の手動操作への切替は可能であったが、状況的（ポンプ室が浸水状態、暗所での作業、床の開口部位置の確認ができない等）に行えず、結果として排水ができなかったと考えられる。

d) 浸水原因のまとめ

上記の浸水原因で最も主要な要因は、「短時間に排水能力を超える降雨が集中」であると言える。これは、短時間に排水能力を超える降雨が集中することにより、ポンプ場の急激な水位上昇及びポンプ室の浸水を招き、結果としてポンプの未稼働及び自家発電機が停止したと考えられるためである。

4 シミュレーションによる検討

東部ポンプ場浸水時には雨水ポンプが稼働する前に浸水したことがわかった。雨水ポンプが稼働した場合の被害及び対策案の効果検証のため、シミュレーションを実施した。

4.1 浸水シミュレーション

4.1.1 浸水シミュレーションの前提条件

一般にポンプ場のポンプ室は、浸水しないことが前提で計画されている。つまり、ポンプ室に浸水を許した場合には、ポンプの起動及び運転は何ら保障されず、いつ停止してもおかしくない状況に陥る。7月29日の東部ポンプ場では、No.3 及び No.4 のエンジンがポンプ室浸水後もしばらく起動していたが、今後同様の降雨が発生した場合に起動が保障されるものではない。

上記事項が現状ではあるが、今回計画では東部ポンプ場の運転を以下のように仮定し、シミュレーションを行った。

雨水ポンプ No.1 ~ No.5 のうち No.3 及び No.4 は、停電がなかった場合には図 2.2 より、20 時 10 分から排水したと考えられるため、同時刻から排水と設定する。

雨水ポンプ No.1、No.2 及び No.5 は、図 2.2より起動を 20 時 10 分に、排水開始を 20 時 16 分に設定する。(雨水ポンプは、起動から排水まで 6~7 分を要する)

雨水ポンプ全台起動後に雨水ゲートの全閉操作を開始する(20 時 10 分)。なお、雨水ゲートの全閉に要する時間は、定期点検の実績(電動)より 7 分 20 秒とする。

ポンプ室への浸水は、ポンプ井の水位がポンプ室の床高+2.800m を超えた時点とし、浸水による各ポンプの設定は以下のとおりとする。

排水中のポンプ (No.3 及び No.4) は、浸水が確認された時点から一定時間排水が継続する。(7 月 29 日のエンジン停止時間の中間値 20 時 18 分)

起動途中のポンプ (No.1、No.2 及び No.5) は、浸水が確認された時点で起動動作が停止すると設定した。

4.1.2 シミュレーション結果 (7 月 29 日豪雨時を再現)

a) 雨水ポンプの稼動時間の検討

前頁で設定した条件の下、雨水ポンプ井の水位変動をシミュレーションした。結果を図 4.1に示す。図より以下の事項が明らかとなった。

東部ポンプ場のポンプ室の浸水はポンプ室床高+2.800m を越える 20 : 09 ~ 20 : 10 に始まったと考えられる。

落雷の影響がなく雨水ポンプ No.3 及び No.4 が稼動し、2 台のポンプで排水を行っても、ポンプ室の浸水は免れず、水位も上昇する結果となった。ただし、ポンプが起動していた場合には、水位上昇が若干緩やかになるのが分かる。

雨水ポンプ No.1、No.2 及び No.5 の稼動予定時刻 (20 時 16 分) には、水位がポンプ室床高から+0.92m 上にあるため、ポンプは浸水の影響で稼動しなかったと考えられる。

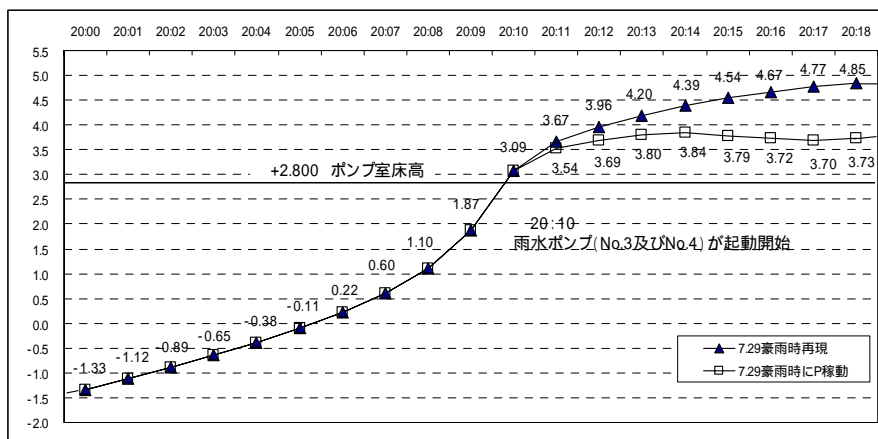


図 4.1 停電の有無によるポンプ井の水位変動の比較図

b) ポンプ稼働の有無による浸水現象の比較

7月29日豪雨時の再現と7月29日豪雨時に停電がなく一部ポンプが稼働した場合のシミュレーション結果を表4.1に示す。

表より、東部ポンプ場区域では、上流部（図の左側）より下流部（図の右側）の方で、浸水深が大きいことがわかる。これは、地盤高が左から右にかけて低くなっているため（図4.2を参照）であり、最も浸水深が大きい東部ポンプ場周辺では1mを超える浸水が見られた。

また、7.29豪雨時に停電がなく一部ポンプが稼働した場合には、溢水量が約3,600m³削減されており、この値は7.29豪雨時の溢水量の約4%に相当する。また、浸水深では、東部ポンプ場及び競輪場横の道路で概ね約1cm～2cmの浸水深の低下が見られた。

以上のように、7.29豪雨では、水位の急激な上昇により早期にポンプ室が浸水するため、ポンプ稼働時間が短く、結果としてポンプが稼働したとしても大幅な浸水の削減に繋がらない結果となった。

ただし、浸水区域で見た場合には、一部箇所では床上浸水と判定される浸水深45cm以上の区域（青、緑、赤）が、ポンプ稼働時には若干改善される結果を得ており、一部箇所では床上から床下浸水被害に軽減された可能性は指摘できる。

床の高さは、直下の地面から45cm以上とすること（「建築基準法施工令第22条」）
出展：「下水道総合浸水対策緊急計画策定マニュアル（案）平成18年3月」
（国土交通省都市・地域整備局下水道部）

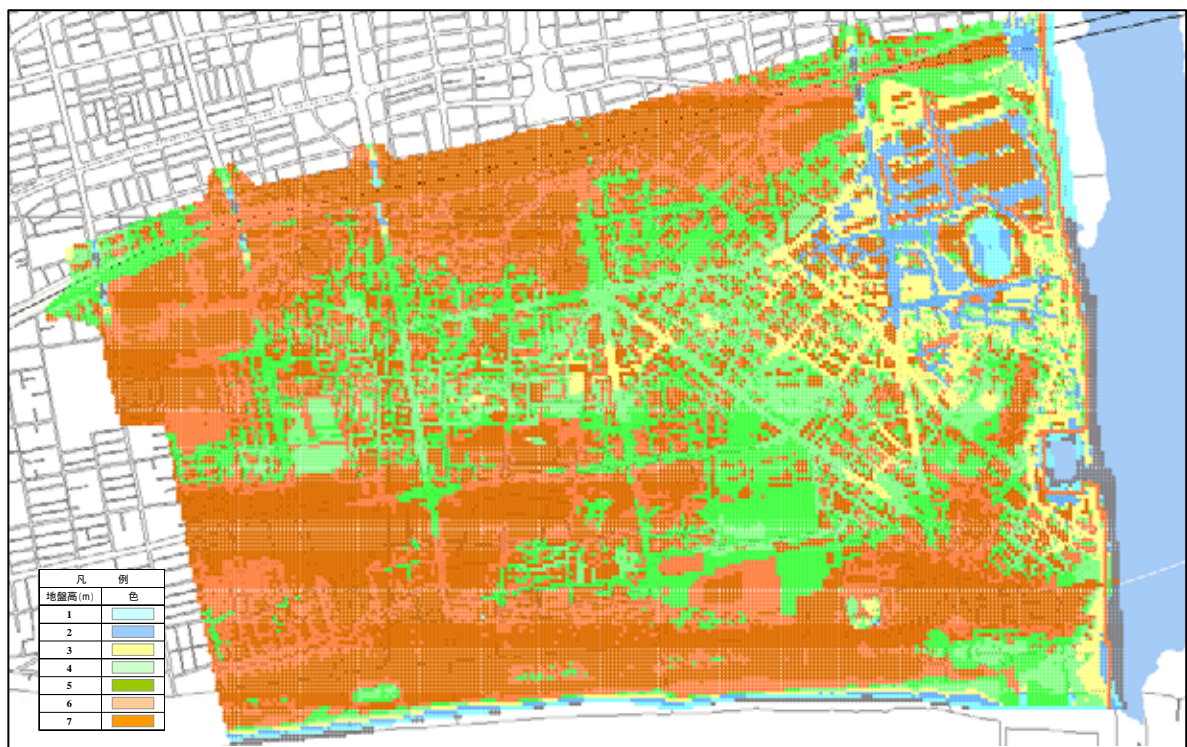
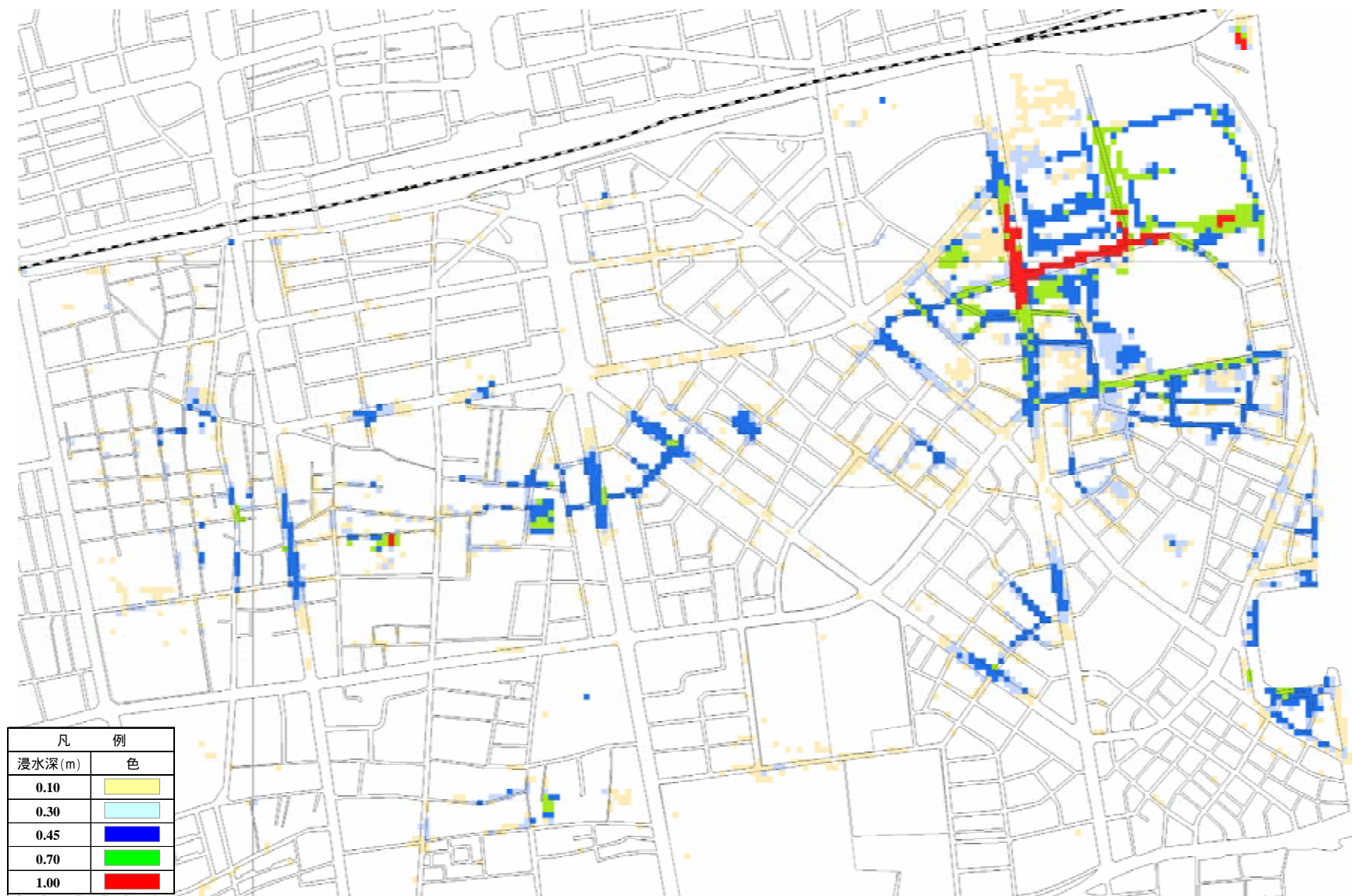


図4.2 東部ポンプ場区域の地盤高図（10m×10mメッシュ）

表 4.1 ポンプ稼働の有無による浸水区域の比較 (7.29 豪雨時)

7月29日豪雨時の再現 溢水量：約 88,100m³

【降雨継続時間内で発生する最大浸水深及び浸水発生箇所】(最大値の合成図)



7月29日豪雨時に停電がなく一部ポンプが稼働した場合 溢水量：約 84,500m³

【降雨継続時間内で発生する最大浸水深及び浸水発生箇所】(最大値の合成図)



4.2 東部ポンプ場浸水原因（結論）

これまでの検討から 7 月 29 日豪雨による東部ポンプ場の浸水は、短時間に排水能力を超える降雨が集中したために、急激な水位上昇及びポンプ室の浸水を招き、ポンプの未稼働及び自家発電機の停止に繋がったと考えられる。

さらに、7 月 29 日豪雨時には落雷による停電が発生したが、シミュレーション結果から、落雷による停電が発生しない場合でも急激な水位上昇によりポンプ室が浸水し、雨水ポンプが全台稼働しないことが検証された。また、稼働したポンプも浸水により短時間で停止すると考えられることから、ポンプ場周辺の浸水範囲及び浸水深の大幅な削減に繋がらないことが分かった。よって、落雷による停電が発生しない場合でも、東部ポンプ場は 7 月 29 日豪雨による急激な雨水増加には対応できなかったと考えられる。

以上より、7 月 29 日豪雨による東部ポンプ場の浸水は、ポンプ場の能力 45mm/時を越える非常に激しい降雨が短時間に降ったことによる、想定を越えた自然災害によるものと考えられる。

5 対策案の検討

5.1 対策案の提示

表 5.1 対策案一覧表

対策案	対策概要	課題
ピークカット及び総流出量の削減	<ul style="list-style-type: none"> ピークカットは、貯留施設（調整池、貯留管等）に一次的に雨水を貯留することでピークを下げ、能力不足の削減を行う方法である。 総流出量の削減は、浸透施設等により流出する水量そのものを削減するものである。 	<ul style="list-style-type: none"> 効果を挙げるには時間と費用を要する
ポンプ能力の増強	<ul style="list-style-type: none"> 既設ポンプの能力増強及び能力を増強した新規雨水ポンプ場の新設 	<ul style="list-style-type: none"> 莫大な費用を要するうえに、他地域との整合が課題 ポンプ能力の増強は、既存施設の構造等検討が必要 新規雨水ポンプ場の新設は用地確保等
ポンプ形式の変更	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ形式を稼働までの時間が短縮される立軸形ポンプに変更し、かつ数台の先行待機形ポンプを導入する案 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ荷重が増えることから構造的な対処が必要 施設が昭和47年の建設で、実際には補強等の大幅な改造を要するため、実現性は低いと考えられる。
ポンプ設備の対応	<ul style="list-style-type: none"> 制水弁を無停電装置（直流電源 交流変換）にて動かせるようにバックアップを確保、又は手動で容易に開閉できるように変更する案である。 	
流入ゲートの改善	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場への流入を遮断する自重降下式ゲートを主流入ゲートに採用する対策 	<ul style="list-style-type: none"> 自重降下式ゲート設置時には、ポンプ場周辺でより浸水発生箇所が増える可能性がある。
ポンプ場の改造	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ室開口部に対して水密化又は密閉化を行う。 ポンプ室の床上げ、ポンプ室の耐水化、自家発電機等の移設 	<ul style="list-style-type: none"> 構造的に対処可能か詳細な検討が必要となる。
情報公開	<ul style="list-style-type: none"> ハザードマップの周知徹底：浸水の危険性が高い地域、避難場所、避難経路等を周知し、災害時の迅速な対応を促す。 ポンプの稼働状況の公開：ポンプの稼働状況をインターネット等で公開し、地域住民に周知する。 住民等からの浸水情報収集：住民等から浸水情報を収集・公開することで情報の共有を図る 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 緊急資材の保管：東部ポンプ場に止水版や土のうを常備し、緊急時には地域住民の配布基地とする案である。 夜間の非常電源対策：停電が夜間に起こった場合は、視野が狭くなり、安全・効率が悪化するため、非常時用の投光機等を確保する対策を行う方法が考えられる。 	

5.2 対策案の効果の検証

対策案は 7.29 豪雨を対象とし、「ポンプ室の耐水化」について効果の検証を行った。

a) 対策案（「ポンプ室の耐水化」）の前提条件

7.29 豪雨ではポンプ室に浸水があり、この影響によりポンプが稼動しない結果となった。このため、ポンプ室床の開口部及びポンプ室周辺に耐水化措置を施し、ポンプの継続運転が可能となるよう改造を行う案である。

b) 対策案の検証結果

「ポンプ室の耐水化」についてシミュレーションを行った。結果を表 5.2に示す。

表 5.2より、「ポンプ室の耐水化」は、現在のポンプ施設を可能な限り活用する計画であり、7.29 豪雨を対象としても東部ポンプ場周辺の 1m 以上の浸水深がほぼ解消される結果となった。また、浸水深が 45cm 以上の床上浸水も大幅に解消されており、効果があるのが検証された。

c) 追加対策案の提示

東部ポンプ場周辺は、計画降雨 45mm/時を排水可能な管渠が整備されている。周辺地区では 51mm/時の整備のため、周辺地区と比較すると 6mm/時ほど低い基準での整備となっている。これは、東部ポンプ場地区が市で最も早期に下水道整備を開始した地区で、「昭和 46 年 8 月 12 日付 神奈川県指令第 273 号 都市計画決定」に基づいて当時十分と考えられた規準に準拠したためである。

このため、周辺他地区と比較して不足する 6mm/時相当の雨量を貯留する施設を設け、周辺地区と同程度の能力を有するよう対策する案が考えられる。ただし、7.29 豪雨は 70.0mm/時のため、東部ポンプ場地区が周辺地区と同様の 51mm/時で整備されていても浸水は免れるものではないと考えられる。

対象地区の 6mm/時を貯留するのに必要な貯留容量は、 $15,282\text{m}^3$ （= 254.7ha、6mm/時）である。

先の「ポンプ施設の耐水化」に貯留施設の設置を行った場合には、「ポンプ施設の耐水化」時より、さらに溢水量及び浸水区域が減少すると考えられる。

表 5.2 東部ポンプ場区域の対策シミュレーション結果 (7.29 豪雨時)

対策案 「ポンプ室の耐水化」(7.29 豪雨時) 溢水量：約 31,600m³

【降雨継続時間内で発生する最大浸水深及び浸水発生箇所】(最大値の合成図)

