安土西生来線道路排水検討業務委託

検 証 委 員 会 資 料

令和 ５年 ５月

滋 賀 県　　東 近 江 土 木 事 務 所

第１章　　現況復元モデル解析

１．１　　解析概要

現況復元モデル解析を実施し、主要点における流量、流下量、溢水量の算出を行い、アンダーパス冠水原因の考察を行った。検討を行う水路、水路ルートを次項に示す。

現況復元モデルとは、既設排水施設調査をもとに作成した水路網モデルに、対象流域の流出量を水路の断面・勾配変化点または合流点、桝位置にて流入させたものである。また、本モデルにおける水路からの溢水は、アンダーパスに流入するものと考える。

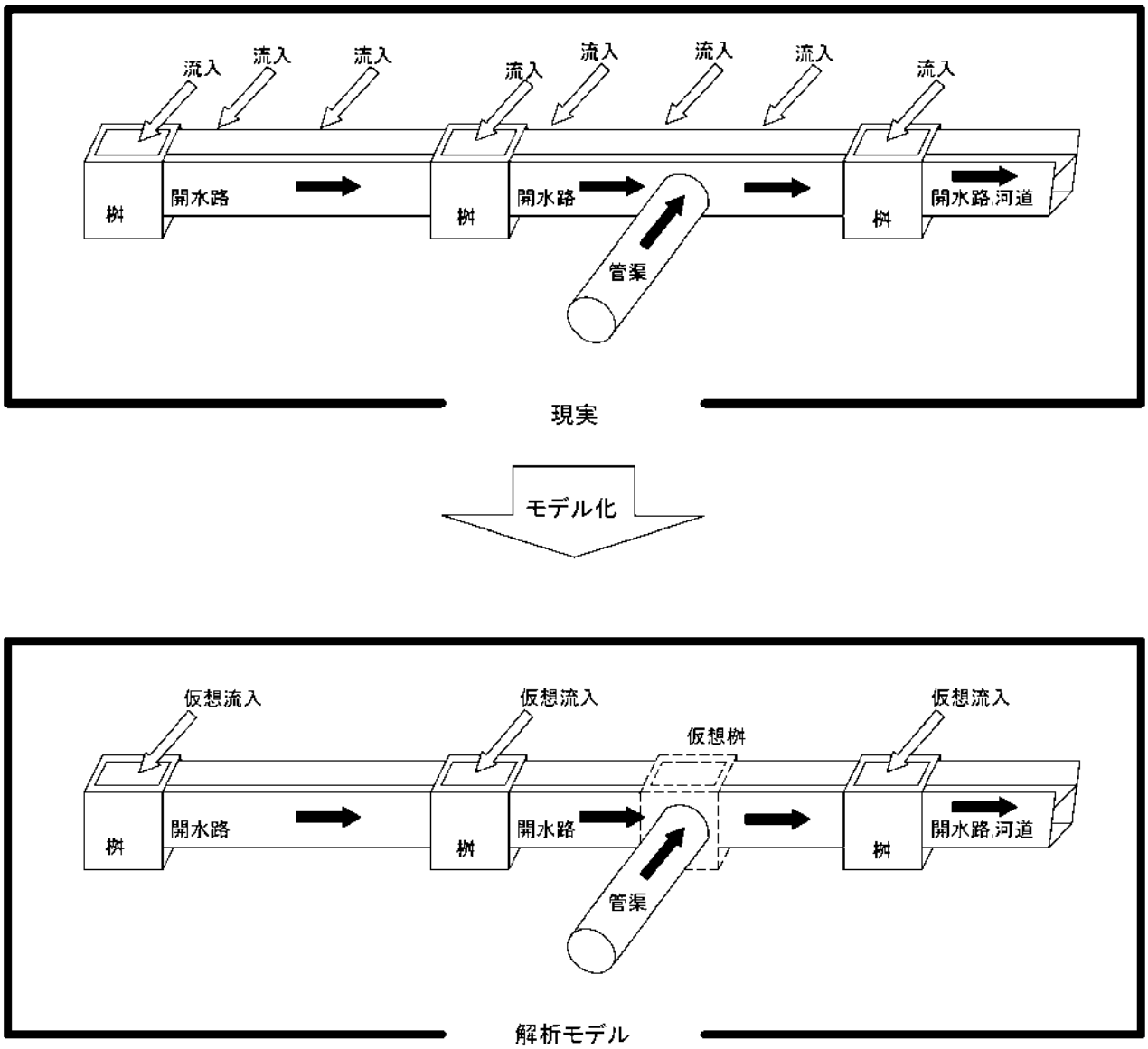


図-解析モデル模式図

流域図　S=1:1000

【凡例】		
ルート名	流向	流域
北側ルート	→	
南側ルート①（アンダーへの直接的な流入有）	→	
南側ルート①（アンダーへの直接的な流入無）	→	
南側ルート②	アンダー内へ流入	
南側ルート③（アンダーへの直接的な流入有）	→	
南側ルート③（アンダーへの直接的な流入無）	→	
直接流入	ー	
写真撮影位置	⇨	

※直接流入とは、アンダーパス敷地内への降雨量を示す。

【JR敷地内からの表土流出状況】







※JR敷地内の未着色部は調査を実施したが、流末が不明であったため、排水が浸透していると考え、流域対象外とした。

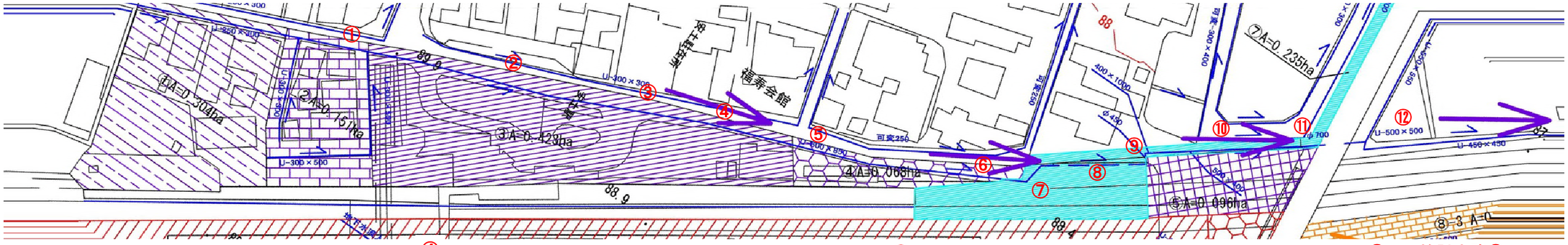
北側ルートについて

北側ルートの水路は安土駅北口ロータリーより西へ約75mの個所を水路の頂点に、JRと並走する県道・市道の側溝として東へ流れている。

水路頂点から安土駐在所までは水路幅30cmであるが安土駐在所より東は幅60cmになっている。その先はJRの敷地内に暗渠で流れ込んでいる。JR敷地内では所々に鉄蓋が掛かった桝だけが見える状態となっている。

JR敷地内を過ぎると市道地下道北線と並走しφ700の鋼管でアンダー上部を渡り水路に流れ込んでいる。

北側ルートの流域は紫で着色された区域でJRと並走する県道・市道のセンターからJR敷地境界までとなっている。



①



④



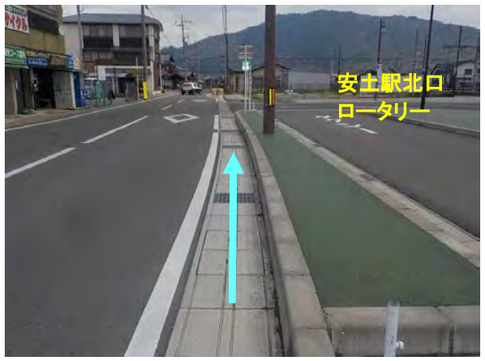
⑦



⑩ 検討水路⑤



②



⑤



⑧



⑪ 検討水路⑥



③



⑥



⑨



⑫ 検討水路⑦

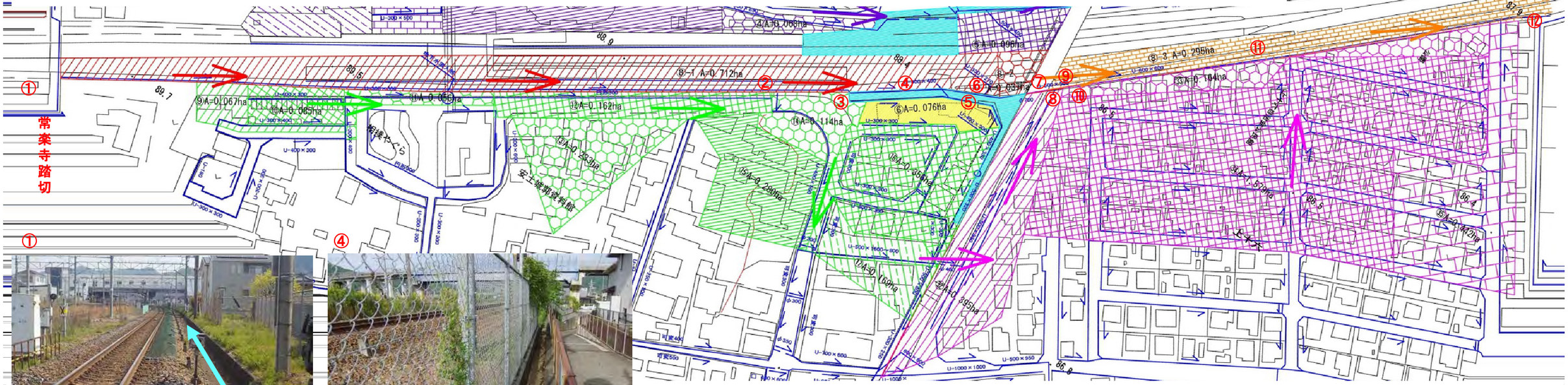


南側ルート①について

南側ルート①の水路は安土駅より少し西にある常楽寺踏切を水路の頂点にJR敷地内南側を東へ流れている。

この水路は市道地下道南線の入り口付近で市道の側壁を水路壁として市道に沿って流れ、市道の途中で急勾配となり、そのあと勾配のあまりない状態の水路（検討水路①）となり、アンダー上部をφ700の鋼管（検討水路②）で渡り跨線橋直下を500×500の水路（検討水路③）で流れ、南側ルート③と合流してJR敷地と団地の間を600×600の水路（検討水路④）で流れ土地改良区の河川に流入している。

南側ルート①の流域は、検討水路②までの水路の流域を赤色で、検討水路④の流域の内JR敷地内の流域をオレンジで、団地の流域をピンクで示している。







②



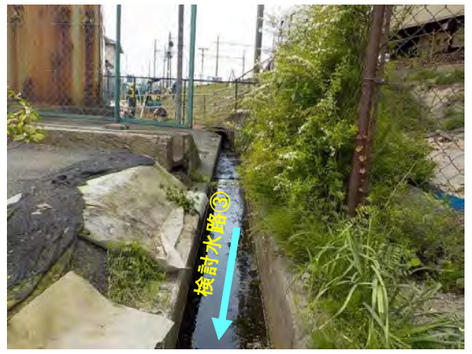
⑤ 市道地下道南線　水路状況



⑦ 鋼管　φ700（検討水路②）



⑨ 検討水路③



⑪ 検討水路④



③



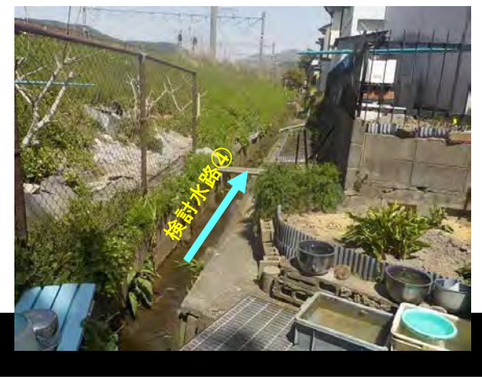
⑥ 検討水路①



⑧ 検討水路③



⑩ 検討水路④

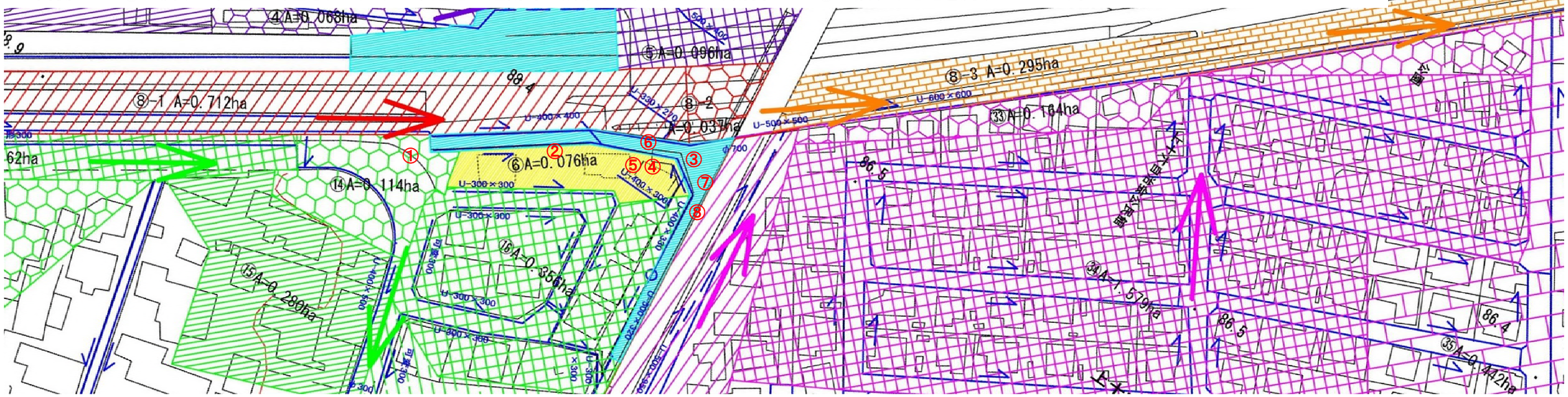


⑫ 検討水路④　土地改良区河川合流



南側ルート②について

南側ルート②の水路（検討水路⑧）は市道地下道南線に並走し、縦排水管を通じて安土アンダーに直接流入している。
この水路は南側ルート③の検討水路⑪とつながっている。
南側ルート②の流域は黄色で着色された区域で市道地下道南線に隣接する団地のうち、南側ルート②に接する宅地を流域としている。



① 検討水路⑧



③



⑤



⑦



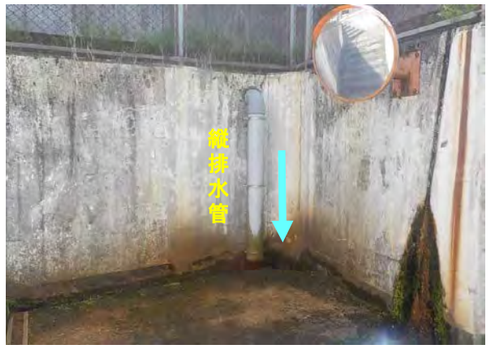
② 検討水路⑧



④



⑥



⑧ 検討水路⑪

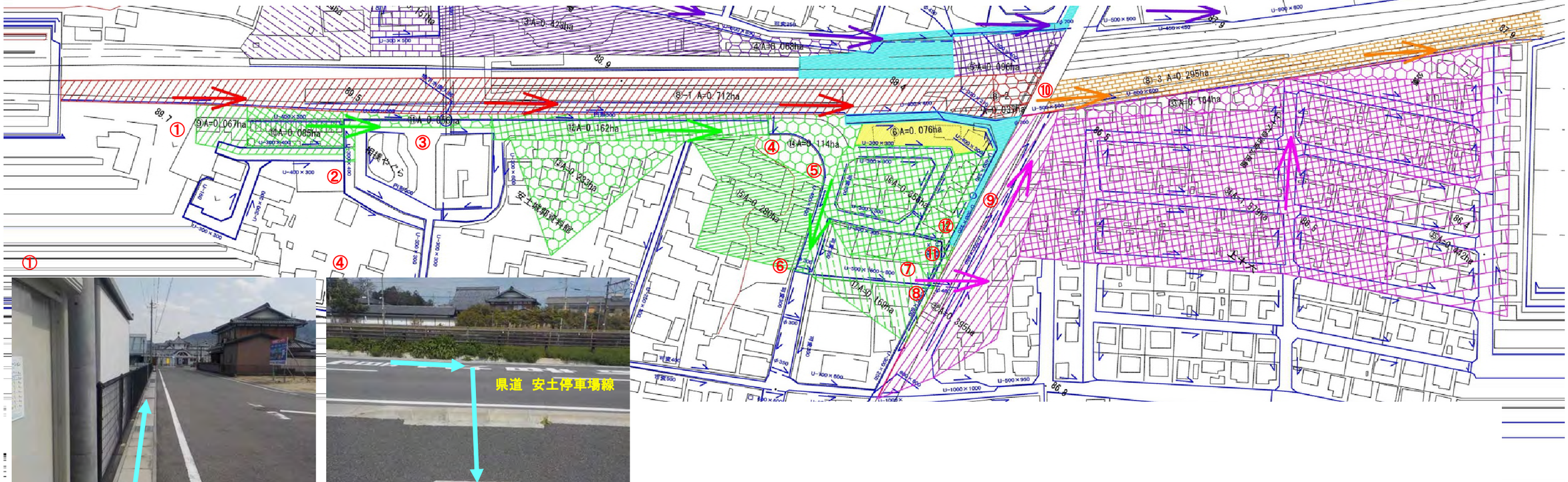


南側ルート③について

南側ルート③の水路は安土駅南ロロータリーより西の団地内の水路を頂点に駅前ロータリーを経由し、県道に沿って東に流れ県道のクランクで南に流れている。

その後、地下道南線に隣接する団地際の道路を経由し上豊浦跨線橋直下をφ400のコンクリート管(検討水路⑩)で横断し跨線橋の側道を北上して南側ルート①と合流している。

南側ルート③の流域のうち、安土アンダーまでの流域を緑色で、跨線橋側道の水路の流域をピンクで着色している。



② 駅前ロータリー



⑤ 県道 安土停車場線



⑦ 検討水路⑨



⑨ 検討水路⑫



⑪ 検討水路⑪



③



⑥ 県道 安土停車場線



⑧ φ400コンクリート管（検討水路⑩）



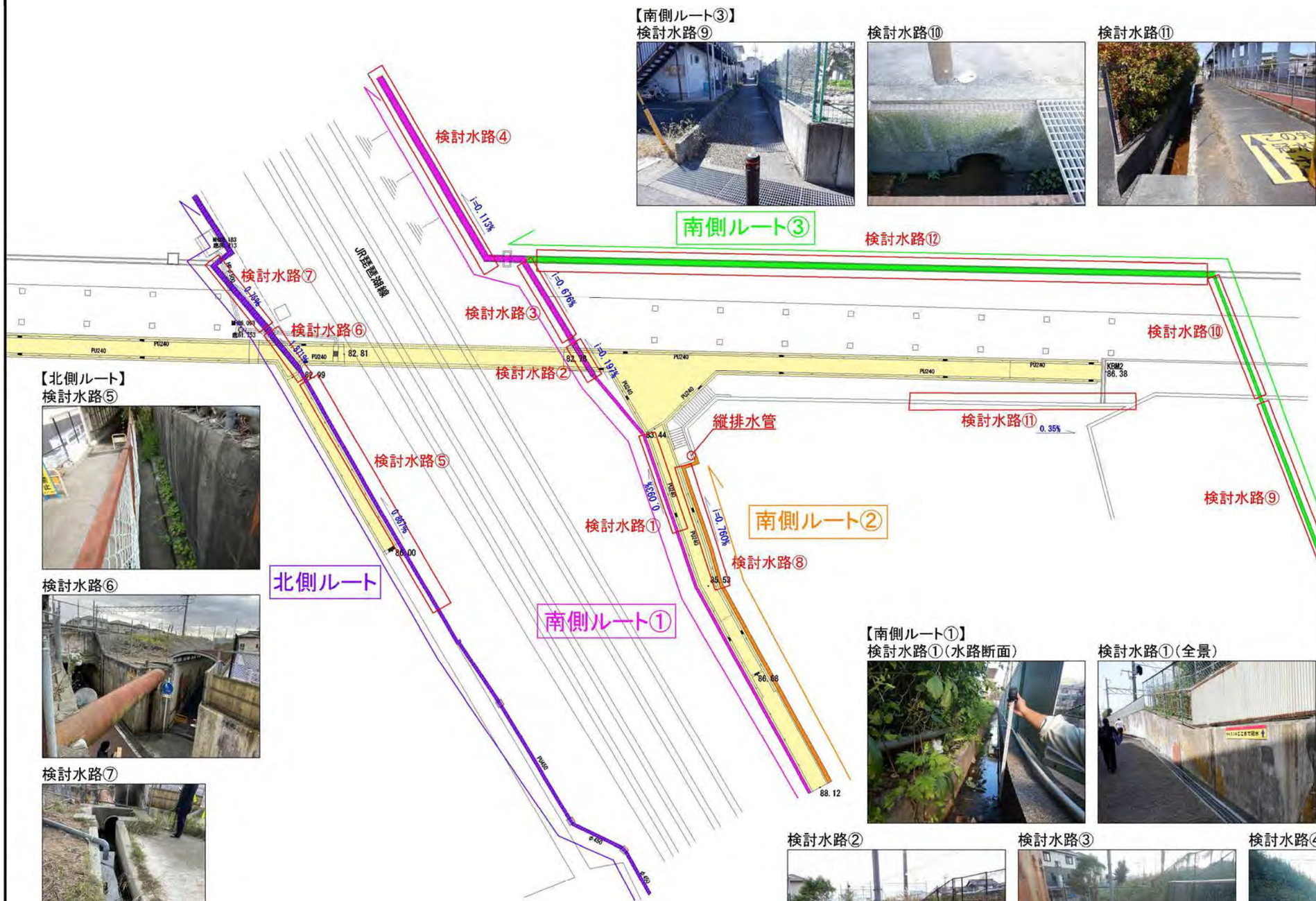
⑩ 南側ルート①との合流地点



⑫



平面図 S=1:300



【南側ルート③】
検討水路⑨

検討水路⑩

検討水路⑪

検討水路⑫



【南側ルート②】
検討水路⑧



【北側ルート】
検討水路⑤

検討水路⑥

検討水路⑦



【その他水路】
縦排水管



【南側ルート①】
検討水路①（水路断面）

検討水路①（全景）

検討水路②



検討水路③



検討水路④



１．２　　解析条件

現況復元モデル解析による排水能力検討は、「道路土工要綱，H21.6，（社）日本道路協会」に準拠し、行うものとする。また、排水能力検討に用いる解析条件は、下記の通りとする。

項目	条件	出典
ポンプ排出量	1.6m3/min	既設ポンプ規格表
降雨強度	降雨強度①：2022年7月19日（1時間換算雨量） 降雨強度②：2022年9月1日、9月2日（1時間換算雨量）	JR西日本提供資料（安土駅観測値）
水路勾配	各時間の動水勾配を算出	－
流出係数	0.8（直接流入部は1.0）	開発に伴う雨水排水計画基準(案),H14.4
流域面積	既存排水施設調査を基に作成した流域面積	－

※直接流入部の流出係数は、流下途中のロスがないため1.0とする。

■流出係数

（3）流出係数 f の設定

流域形態	流出係数 f
密集市街地（要整地）	0．9
一般市街地	0．8
畑・原野	0．6
水田	0．7
山地	0．7

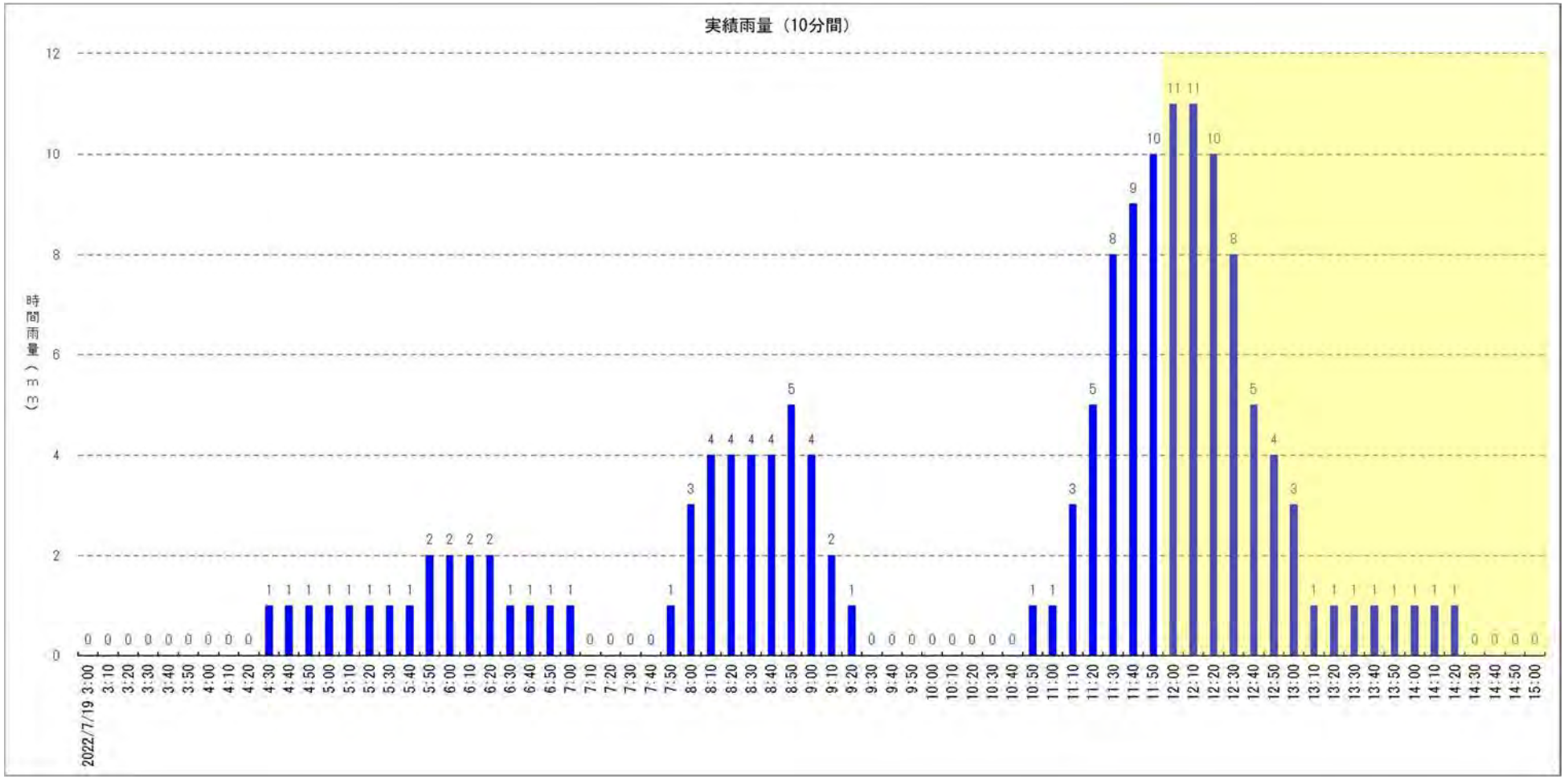
注）複数の流域形態を有する場合は、加重平均により、流出係数を求める

$$f = \frac{f1 \cdot A1 + f2 \cdot A2 + \cdots + fn \cdot An}{A1 + A2 + \cdots + An}$$

ここに、An：流域形態 n の流域面積
fn：流域形態 n の流出係数

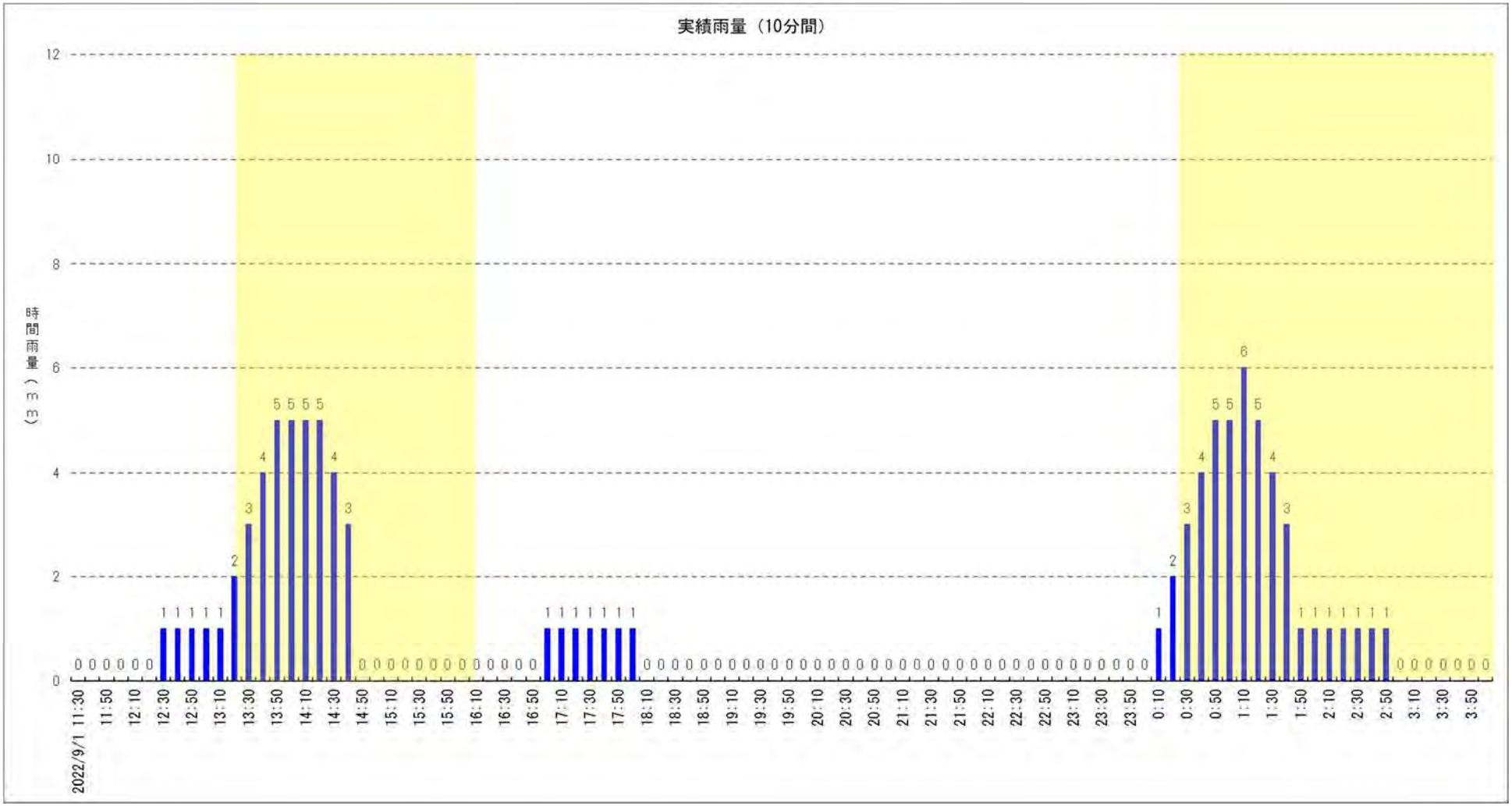
出典：開発に伴う雨水排水計画基準（案），H14.4，滋賀県土木交通部河港課

■降雨強度①：【2022 年 7 月 19 日 03：00 ～ 2022 年 7 月 19 日 15：00　実績雨量（10 分間）】



（通行規制時間：7/19 12:00～7/20 9:30）

■降雨強度②：【2022 年 9 月 1 日 11：30 ～ 2022 年 9 月 2 日 04：00　実績雨量（10 分間）】



（通行規制時間：9/1 13:30～9/1 16:00,9/2 00:30～9/2 6:00）

１．３　　現況復元モデル解析結果

１．３．１　降雨強度①：2022 年 7 月 19 日 1 時間換算雨量の場合

解析結果は、下記の通りである。

【北側ルート】

北側ルートでは、溢水が発生しない結果となった。

【南側ルート①】

検討水路①で溢水が発生する。

検討水路④の流下能力が低いため、排水が流下しきれず背水が発生するため上流の検討水路②の管口で溢水が発生する結果となった。溢水が発生する原因を P13 に示す。

【南側ルート②】

検討水路⑧を流下し、民地横の縦排水管よりアンダーパス内へ流入しているが、流域が小さいため流入する流量は少ない。

【南側ルート③】

検討水路⑩（φ400）において流下能力が小さいため、排水が流下しきれず、検討水路⑪側への逆流が発生する。民地横の水路が南側ルート②の水路とつながっているため縦排水管よりアンダーパス内へ流入している。

【直接流入】

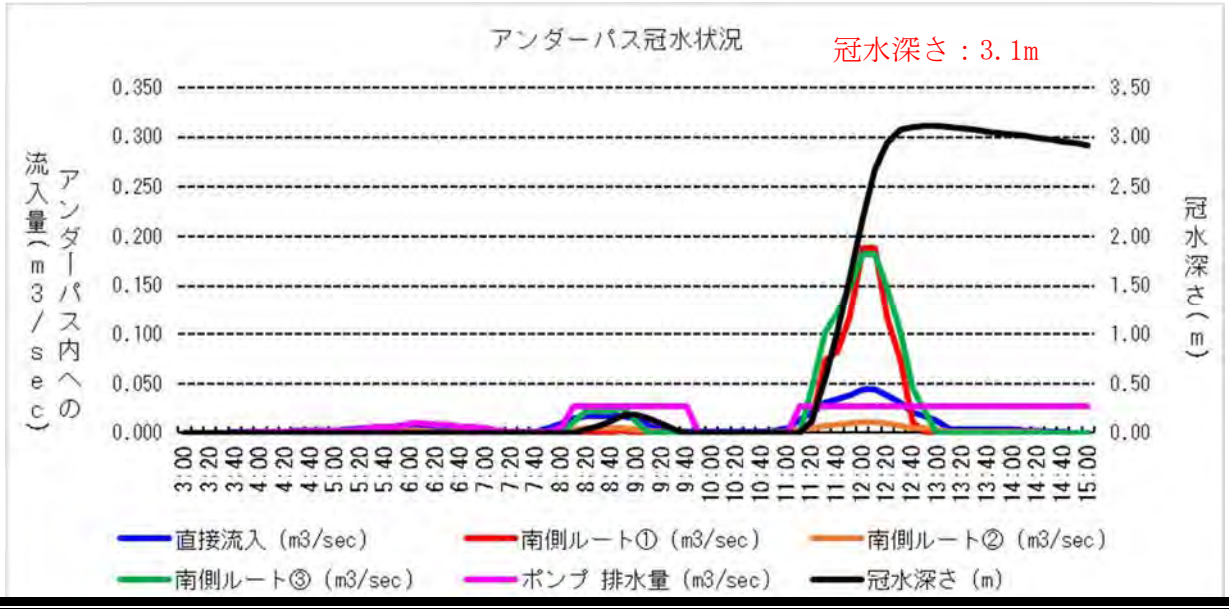
直接流入による流量は、既設ポンプにて排出可能である。

【アンダーパス冠水状況】

アンダーパスの冠水は、下記の影響が大きいと考えられる。

・南側ルート①における溢水発生によるアンダーパス内への流入

・南側ルート③における逆流発生による縦排水からのアンダーパス内への流入



１．３．２　降雨強度②：2022 年 9 月 1 日 1 時間換算雨量の場合

解析結果は、下記の通りである。

【北側ルート】

北側ルート①では、溢水が発生しないという結果となった。

【南側ルート①】

南側ルート①では検討水路①で溢水が発生する。検討水路②、検討水路③、検討水路④での排水量は流下能力以下である。南側ルート①において、溢水が発生する原因を P13 に示す。

【南側ルート②】

検討水路⑧を流下し、民地横の縦排水管よりアンダーパス内へ流入しているが、流入する流量は少ない。

【南側ルート③】

検討水路⑩（φ400）において流下能力が小さいため、排水が流下しきれず、検討水路⑪側への逆流が発生する。民地横の水路が南側ルート②の水路とつながっているため縦排水管よりアンダーパス内へ流入している。

【直接流入】

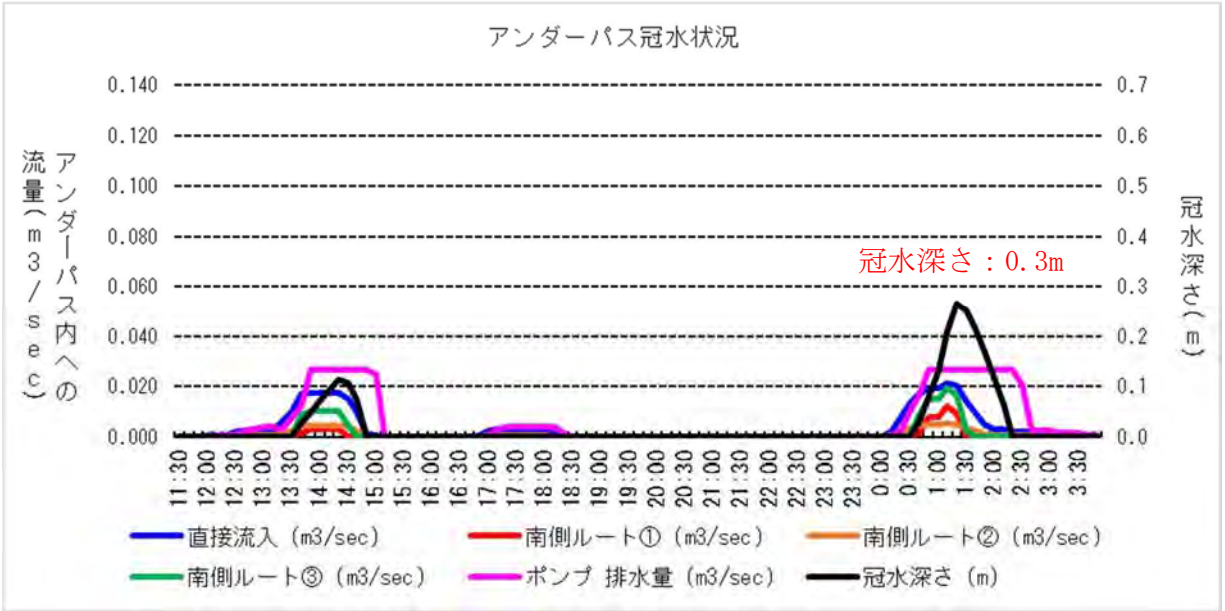
直接流入による流量は、既設ポンプにて排出可能である。

【アンダーパス冠水状況】

アンダーパスの冠水は、下記の影響が大きいと考えられる。

・検討水路①における溢水発生によるアンダーパス内への流入

・南側ルート③における逆流発生による縦排水からのアンダーパス内への流入

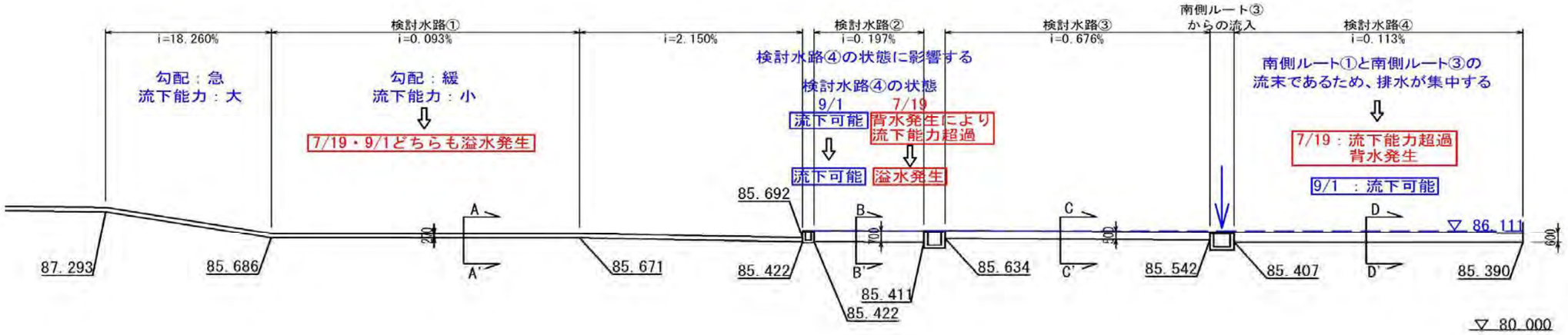


■南側ルート①における溢水発生原因

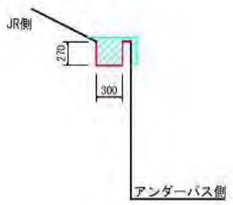
検討水路①は、水路勾配が i=0.093%と勾配がほとんどないため水路の流下能力が低い。それに加え、上流側水路の勾配が検討水路①と比較して急勾配であるため、検討水路①の流下能力を超える排水が流れ込み、水路勾配の変化点付近で溢水が発生する。検討水路①は、水路自体の流下能力が低いため、7 月 19 日（最大降雨量 68㎜）、9 月 1 日（最大降雨量 33 ㎜）どちら降雨でも溢水が発生する。

検討水路④は、南側ルート①及び南側ルート③の流末であり、広い対象流域に集中的な豪雨が降ると合流部に排水が集中し満水状態となる。検討水路④が満水状態となり通水が滞ると背水が発生し、検討水路②で流下不能となり、検討水路②の上下流の管口で溢水が発生する。

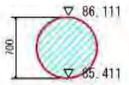
検討水路②の溢水は、検討水路④の流下状況に起因するため、7 月 19 日（最大時間降雨量 68㎜）においては、検討水路④が満水となり、検討水路②で溢水が発生する。9 月 1 日（最大時間降雨量 33 ㎜）においては、検討水路④が満水とならないため、検討水路②においても溢水は発生しない。



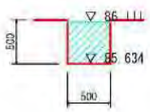
検討水路①
A-A' 断面



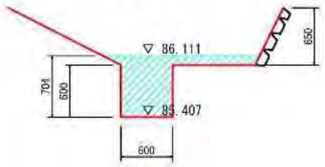
検討水路②
B-B' 断面

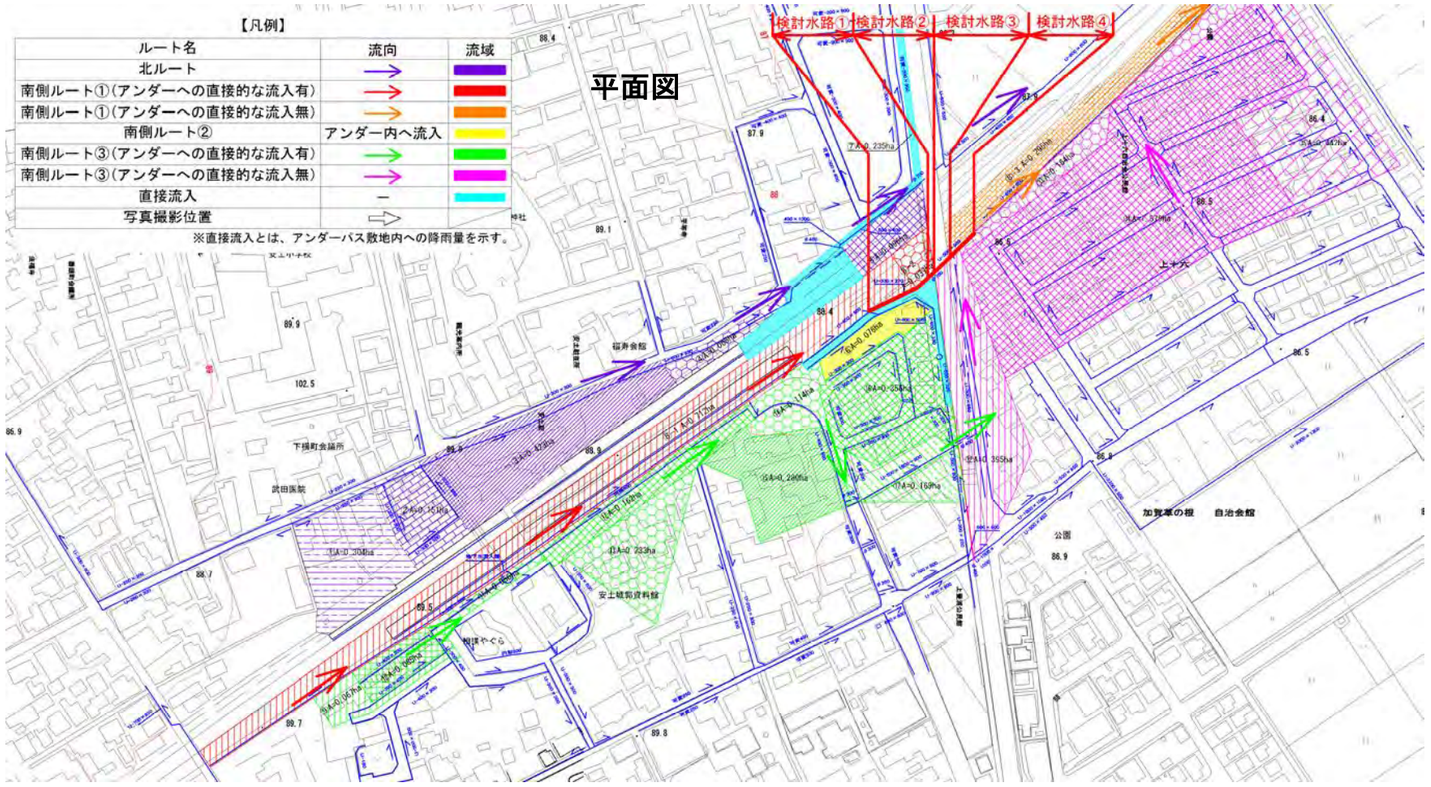


検討水路③
C-C' 断面



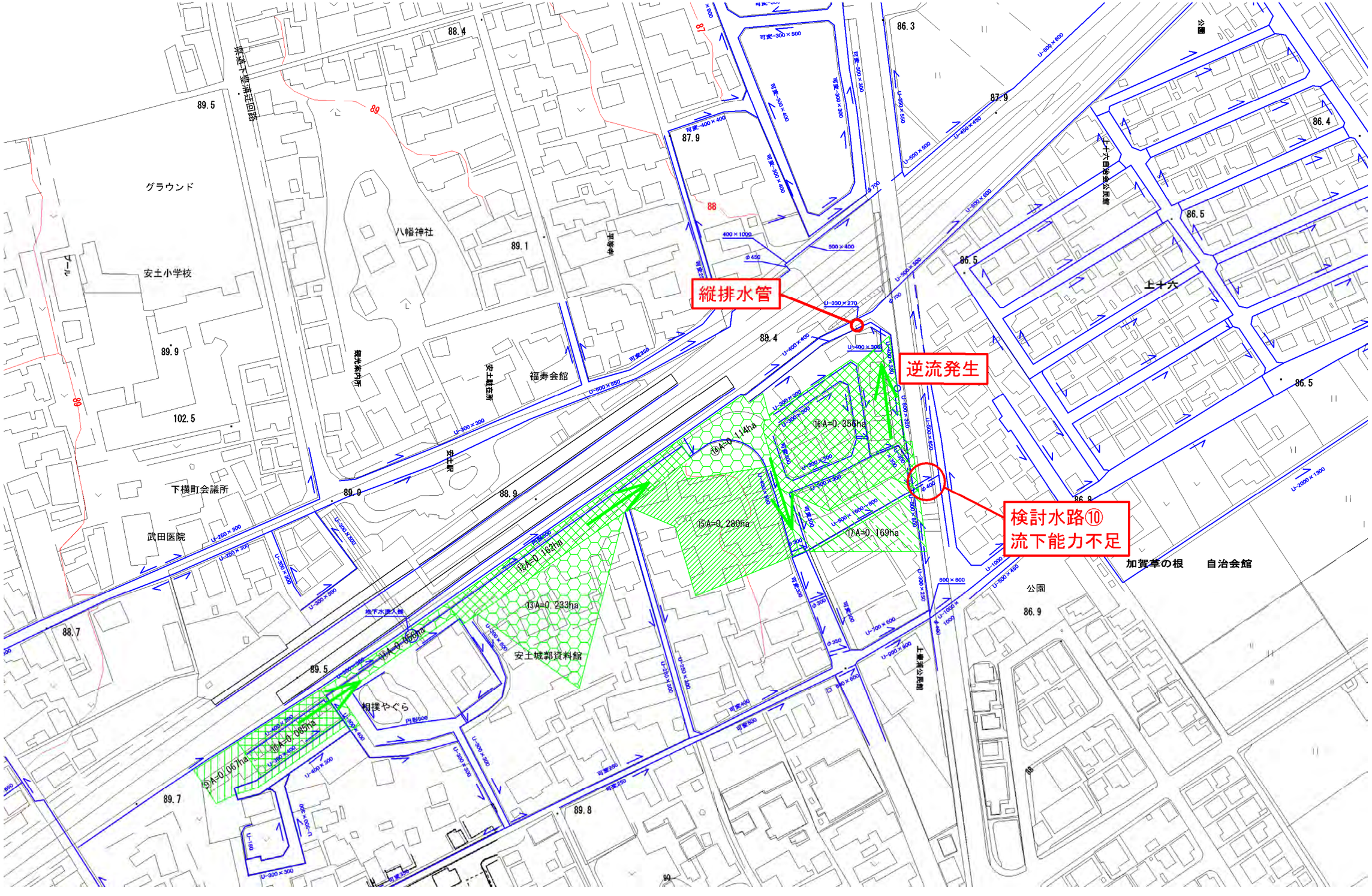
検討水路④
D-D' 断面





■南側ルート③における逆流範囲

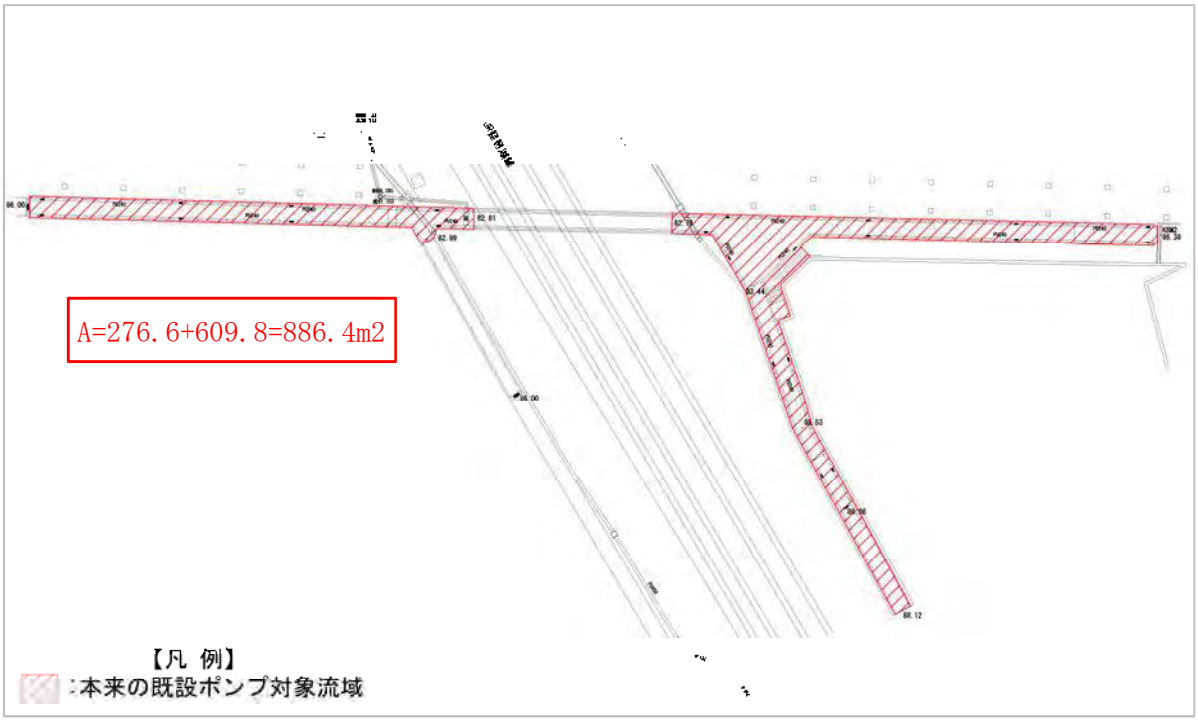
検討水路⑩の流下能力が不足しているため、下記に示すの流域の排水が民地横の縦排水管よりアンダーパス内へ逆流している。



■既設ポンプについて

既設ポンプの本来の対象流域は、下記のとおりである。

既設ポンプの排出量は、1.6m3/min であり、本来の対象流域での流量よりも多くなっているため、既設ポンプで対応が可能である。



【2022 年 7 月 19 日の場合】

Q＝1/3.6×1.0×68(mm/hr)×0.0008864(km2)

＝0.0167(m3/sec) ＜ 既設ポンプ排出量：1.6(m3/min)/60(分)＝0.0267m3/sec

【2022 年 9 月 1 日の場合】

Q ＝1/3.6×1.0×33(mm/hr)×0.0008864(km2)

＝0.0081(m3/sec) ＜ 既設ポンプ排出量：1.6(m3/min)/60(分)＝0.0267m3/sec

【設計降雨強度 90mm の場合】

Q ＝1/3.6×1.0×90(mm/hr)×0.0008864(km2)

＝0.0222(m3/sec) ＜ 既設ポンプ排出量：1.6(m3/min)/60(分)＝0.0267m3/sec

（4）計画高水流量の算定

ダム等洪水調節施設のない河川は、合理式により計画高水流量を算定する。

合理式　$Q_p = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$

ここに　Q_p：計画高水流量（m^3/s）

A　：流域面積（k ㎡）

f　：流出係数

r　：降雨強度（mm/hr）

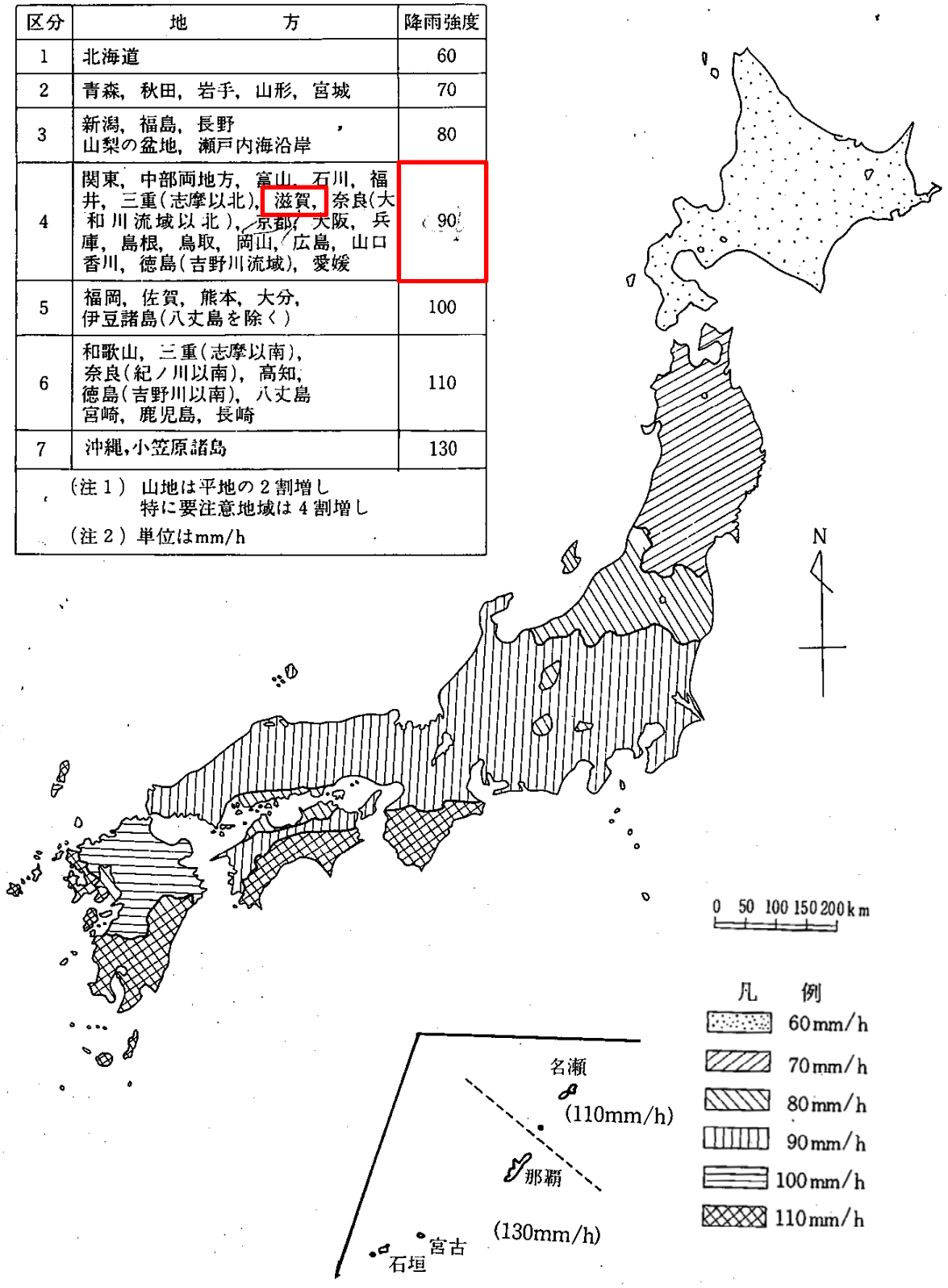
注）都市下水路、雨水幹線整備済区間の取扱い

下水道事業により都市下水路または雨水幹線が整備済である場合は、上記に関わらず最新の下水道の基準に基づき、算出される計画雨水流出量をもって計画高水流量とすることができる

出典：開発に伴う雨水排水計画基準（案），H14.4，滋賀県土木交通部河港課

区分	地　　方	降雨強度
1	北海道	60
2	青森，秋田，岩手，山形，宮城	70
3	新潟，福島，長野 山梨の盆地，瀬戸内海沿岸	80
4	関東，中部両地方，富山，石川，福井，三重（志摩以北），滋賀，奈良（大和川流域以北），京都，大阪，兵庫，島根，鳥取，岡山，広島，山口 香川，徳島（吉野川流域），愛媛	90
5	福岡，佐賀，熊本，大分， 伊豆諸島（八丈島を除く）	100
6	和歌山，三重（志摩以南）， 奈良（紀ノ川以南），高知， 徳島（吉野川以南），八丈島 宮崎，鹿児島，長崎	110
7	沖縄，小笠原諸島	130

（注１）山地は平地の２割増し
　　特に要注意地域は４割増し
（注２）単位はmm/h



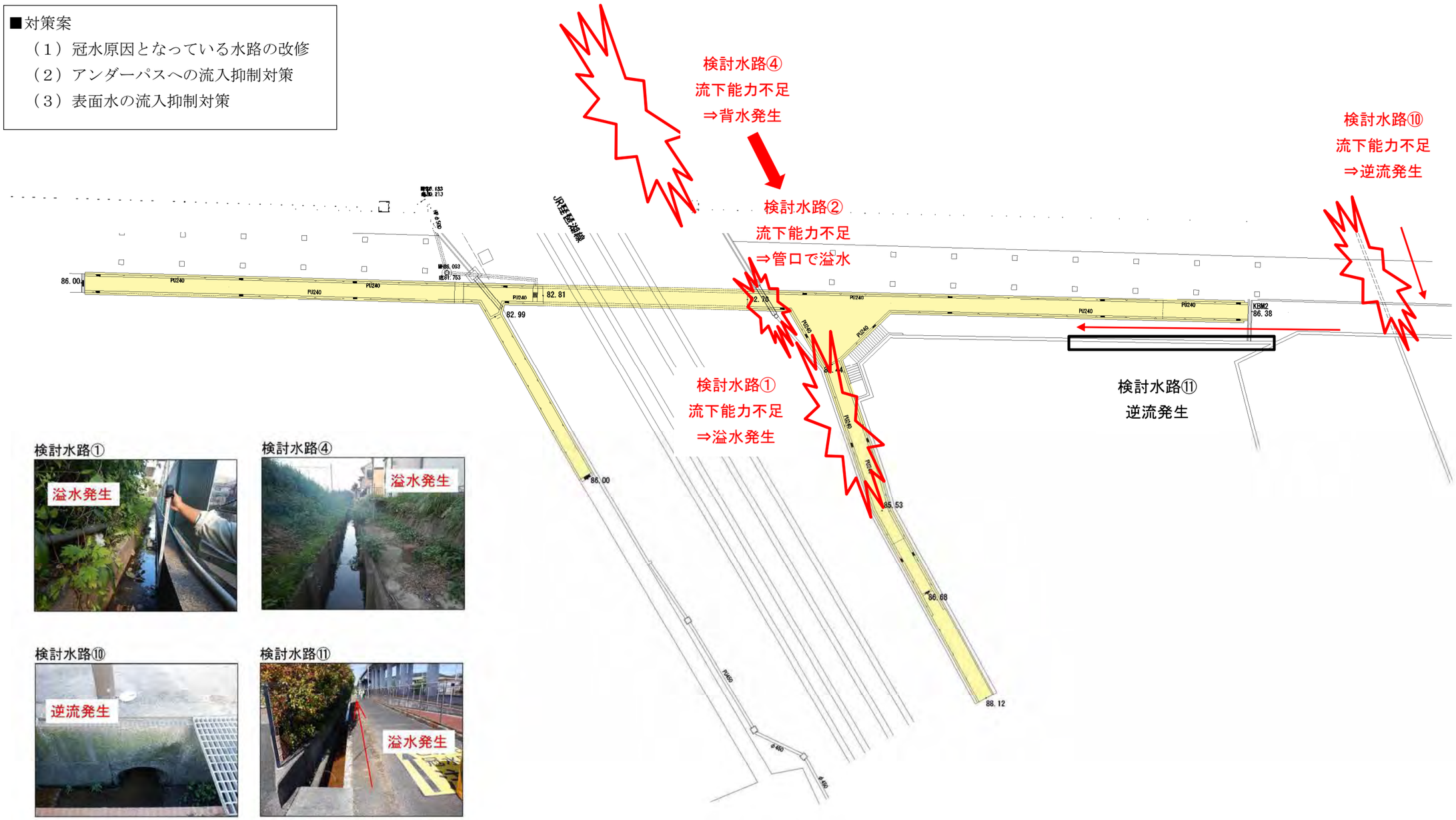
出典：道路土工排水工指針，S62.6，（社）日本道路協会

１．４　　冠水対策の検討

2022 年 7 月 19 日と 2022 年 9 月 1 日の降雨による冠水状況をモデル再現した結果、豪雨時にアンダーパス周辺に設けられている水路から溢水し、アンダーパス内へ流入している状況が確認された。既設ポンプは、アンダーパス内に降った雨を排出する能力を有しているが、それを超える雨水が周辺水路からアンダーパス内へ流入し冠水している。そのため、冠水対策としては、周辺水路から流入する雨水を抑制する対策が必要である。

解析結果より、アンダーパスの冠水原因となっているのは、南側ルート①における検討水路①・検討水路④の流下能力不足、南側ルート③における検討水路⑩（φ400）の流下能力不足により検討水路⑪を逆流しアンダーパス内へ流入したためであることがわかった。そのため、アンダーパス冠水対策として下記の方針で対策を検討する。

■対策案
- （１）冠水原因となっている水路の改修
- （２）アンダーパスへの流入抑制対策
- （３）表面水の流入抑制対策



検討水路①

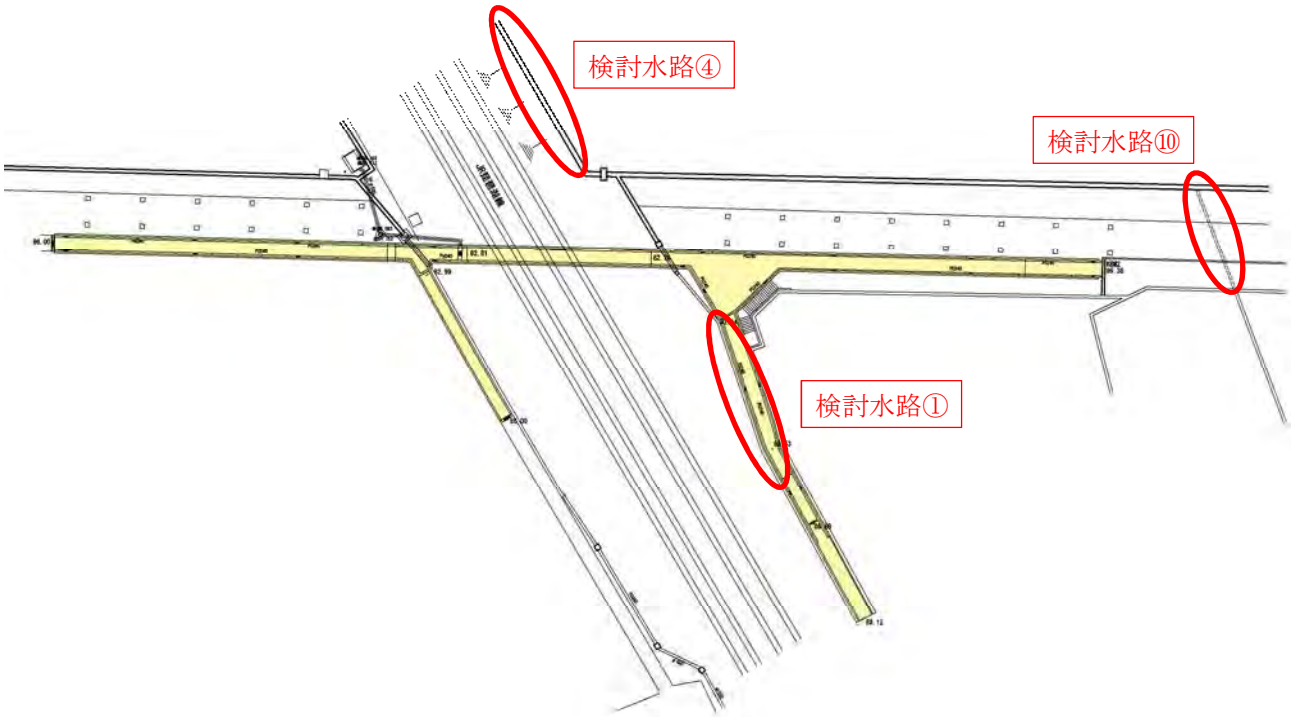
検討水路④

検討水路⑩

検討水路⑪

１．４．１　冠水原因となっている水路の改修

上記の解析結果より、アンダーパスの冠水原因となっているのは、南側ルート①水路（検討水路①及び検討水路④）の流下能力不足、検討水路⑩（φ400）での流下能力不足であることがわかった。そのため、検討水路ごとの対策案を作成し、対策案を組み合わせその効果をモデル解析で検証した。ただし、本検討は水路改修の有効性を検討するものであり、詳細な改修後の水路断面等は、今後検討を行うこと。



図−冠水原因水路位置図

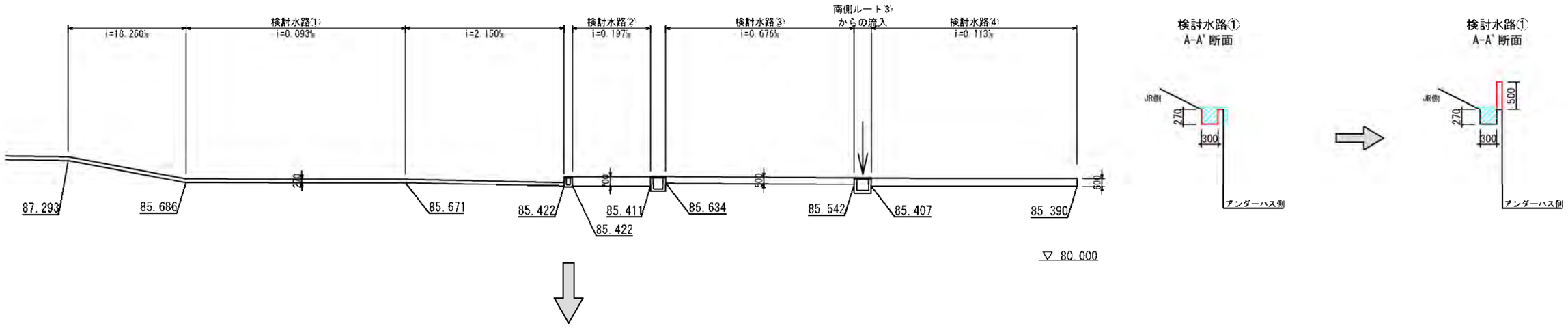
（１） 南側ルート①水路の対策

南側ルート①において、溢水が発生している検討水路①及び検討水路④を下記のように改修を行う。

検討水路①は、発生頻度の多い降雨に対しても下流側水路の流下能力に関係なく溢水することから、アンダーパス側の側壁を 50cm 嵩上げし流入を抑制する。検討水路④は、水路断面の拡幅を行い、流下能力を確保する。

水路断面を拡幅する際は、既設擁壁の根入れ確認、JR 側盛土の改築が可能かについて確認、水路施工時の土留め計算、JR 側盛土を考慮した水路の構造計算が必要である。

【現況】



【改修後】

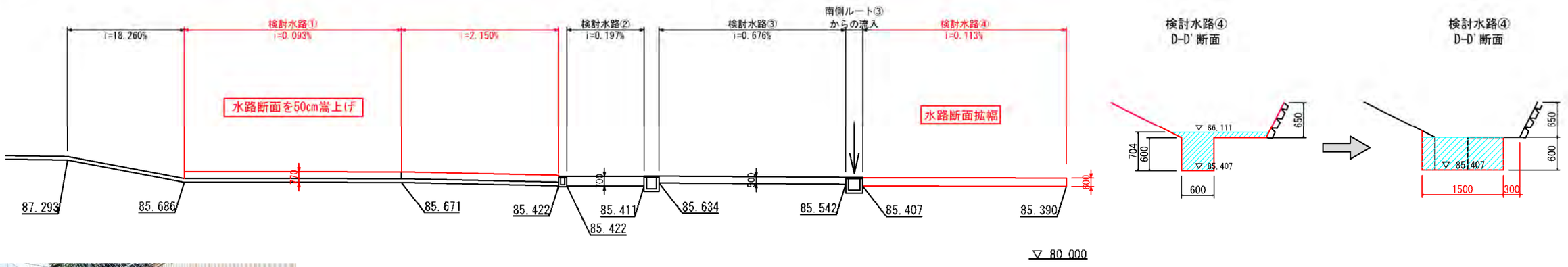




図-検討水路①嵩上げイメージ

（２） 検討水路⑩の水路断面確保

安土駅南側周辺流域の排水の逆流を防ぐために、検討水路⑩の水路断面をφ400→φ700に改修を行う。

（３） 対策案の組合せ

対策案１：検討水路①のみを改修

対策案２：検討水路①改修＋検討水路④改修＋検討水路⑩改修

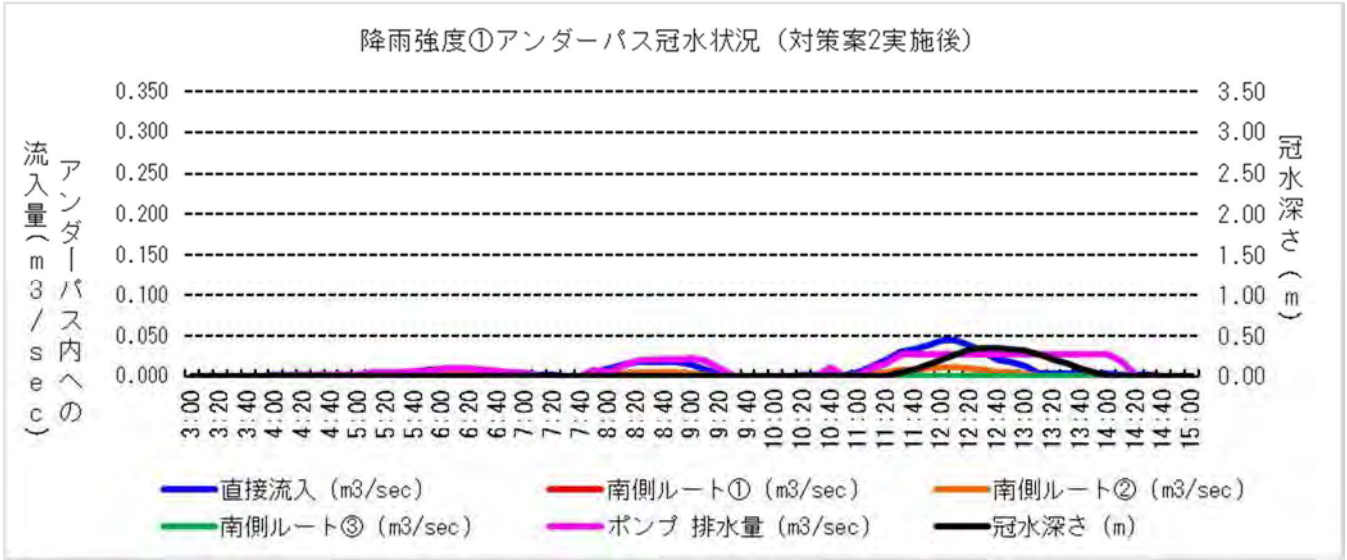
（４） 冠水対策後解析結果

各対策パターンについてモデル解析を実施し、算出したアンダーパス冠水深さを下記に示す。

	現況	対策案1	対策案2
		検討水路①:+50cm	検討水路①:+50cm ＋ 検討水路④:B=1.5m ＋ 検討水路⑩ : φ700
降雨強度① （7月19日の降雨）	3.11m	3.10m	0.35m
降雨強度② （9月1日の降雨）	0.26m	0.17m	-

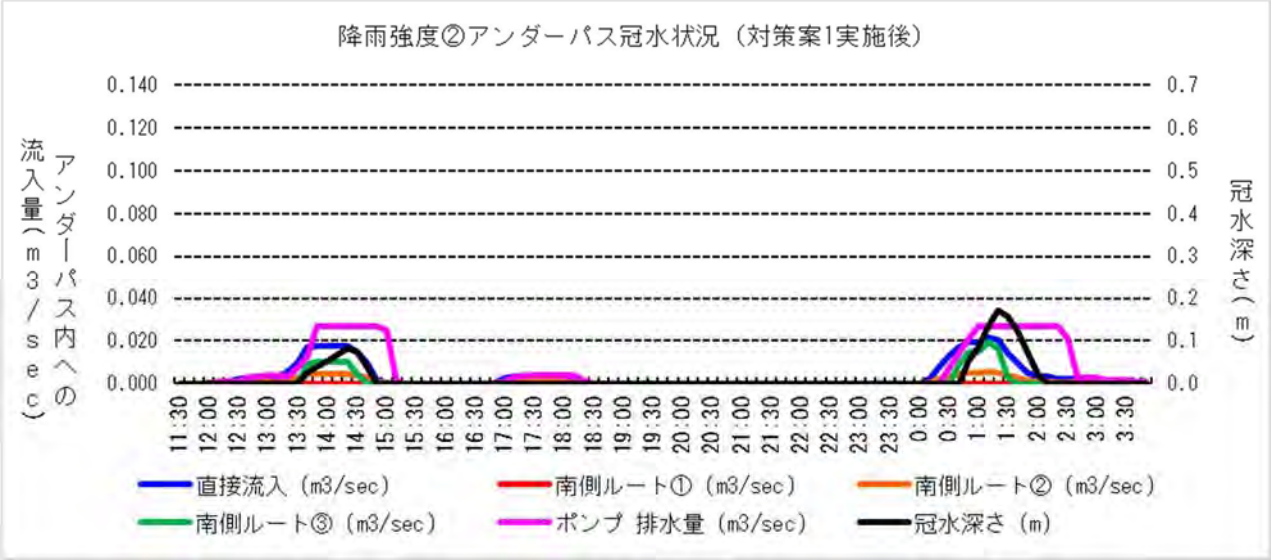
7 月 19 日の降雨の場合、対策案 1 を行うのみでは、冠水深さを減少させることは難しいが、対策案 2 を行うことで、0.35m まで冠水深さを減らすことができる。これは、対策案 2 を行うことで、南側ルート①からの溢水による流入及び南側ルート③からの逆流による流入を防ぐことができるためである。

0.35m の冠水は、直接流入・南側ルート②からの流入により発生しているが、P23 以降に示す民地横縦排水管の閉塞・民地横水路の底上げ、表面水の抑制対策を行うことで、より冠水深さの減少が期待できる。



9 月 1 日の降雨の場合、対策案 1 を行うことで、冠水深さを約 0.17m に減らすことができる。これは、対策案 1 を行うことで南側ルート①からの溢水による流入を防ぐことができるためである。

0.17m の冠水は、直接流入・南側ルート②からの流入・南側ルート③からの逆流による流入により発生しているが、7 月 19 日の場合と同様、P23 以降に示す対策を行うことで、冠水深さの減少が期待できる。



【参考】ポンプ排出量について

上記(1)～(4)の対策の他に既存ポンプ 2 台を下記のように運用できるよう制御装置の再設定を行う対策が考えられる。

①降雨量が少ない場合：現在と同じ交互運転制御

②降雨量が多い場合：1 台稼働しても水位上昇が収まらない場合は、2 台目も起動し、2 台同時運転とする。

また、この際、2 台同時運転時の電力量に対応できるか電気設備の確認を行う必要がある。

対策案 2 に加えて、ポンプを 2 台稼働とした場合（対策案 3）のアンダーパス冠水深さを下記に示す。

	現況	対策案1	対策案2	対策案3
		検討水路①:+50cm	検討水路①:+50cm ＋ 検討水路④:B=1.5m ＋ 検討水路⑩：φ700	検討水路①:+50cm ＋ 検討水路④:B=1.5m ＋ 検討水路⑩：φ700 ＋ ポンプ2台同時運転
降雨強度① （7月19日の降雨）	3.11m	3.10m	0.35m	0.09m
降雨強度② （9月1日の降雨）	0.26m	0.17m	－	－

１．４．２　アンダーパスへの流入抑制対策

・民地横縦排水管の閉塞・民地横水路の底上げ

当縦排水管は、常時、下図の黄色ハッチング部の排水（南側ルート②）を直接アンダーに流入させている。降雨時においては、南側ルート③の検討水路⑩が流下能力不足となり、逆流した排水が当縦排水管からアンダーパス内へ流入している。そのため、当縦排水管を閉塞し、排水がアンダーパス内へ流入することを抑制する。

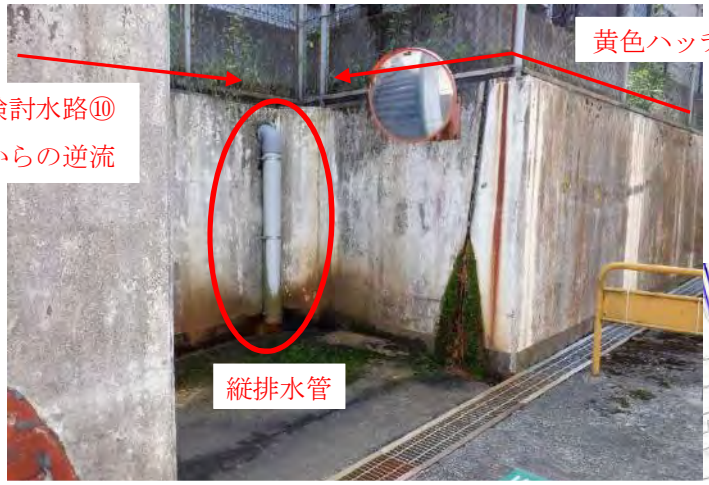


図-既設縦排水管

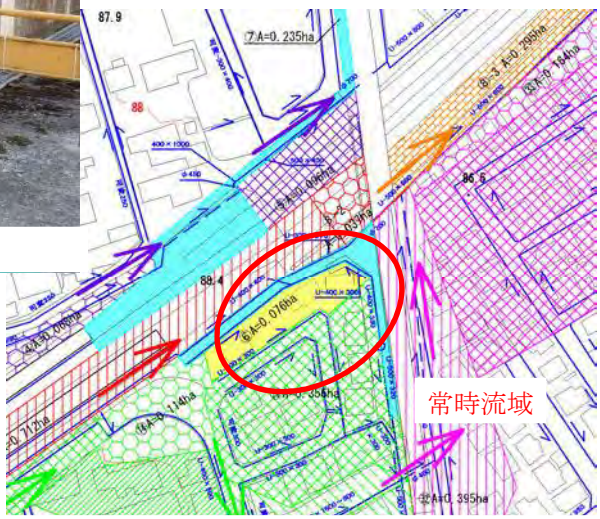


図-流域図

縦排水管を閉塞した場合、現在アンダーパス内へ流入している排水が縦排水管周辺に滞水してしまうため、民地横水路の底上げを行う。これにより、黄色ハッチング部の排水（南側ルート②）を下図の方向へ流下させる。また、民地横水路の底上げを行うことで、南側ルート③からの逆流を抑制する。

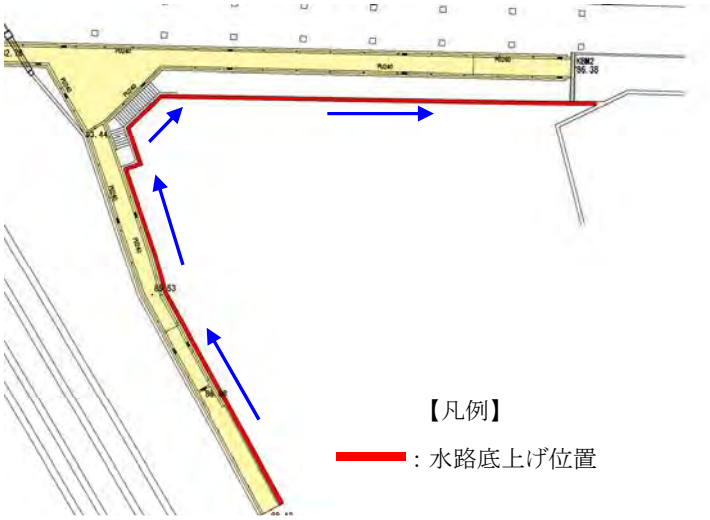


図-水路底上げ位置図

１．４．３　表面水の流入抑制対策

・JR 北側敷地表面水の流入抑制

下図の赤丸の流域の表面水がアンダーパス内へ直接流入しているため、表面水がアンダーパス内へ直接流入しないように、表面水を受け止める開水路を設置し、既設桝等に表面水の誘導を行う。

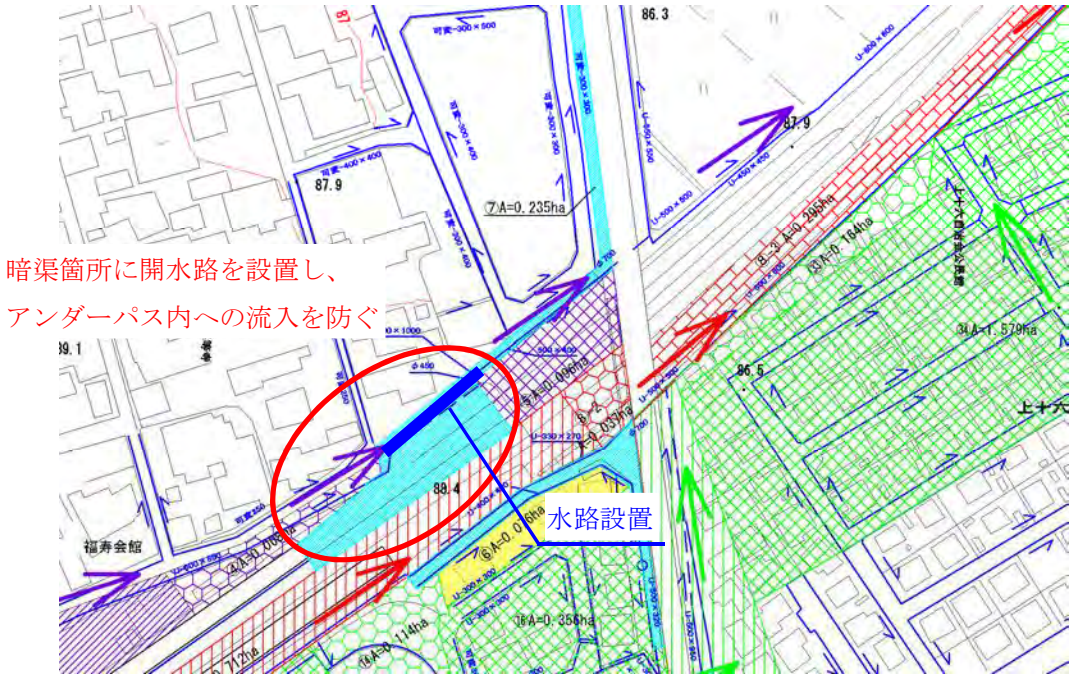


図-JR 敷地内水路設置イメージ

・マウンドアップ設置

道路からアンダーパス内へに流入する地表水を防ぐ目的で、アンダーパスの入口にマウンドアップを設置する。当該道路は、歩行者と自転車が通行するため、自転車の通行にも考慮した構造とする。



図-マウントアップ設置位置図



図-マウントアップ設置イメージ

・横断水路の設置

アンダーパス周辺の表面水が流入しないよう、下図の位置に横断水路を設置し、既設桝等に表面水を誘導する。

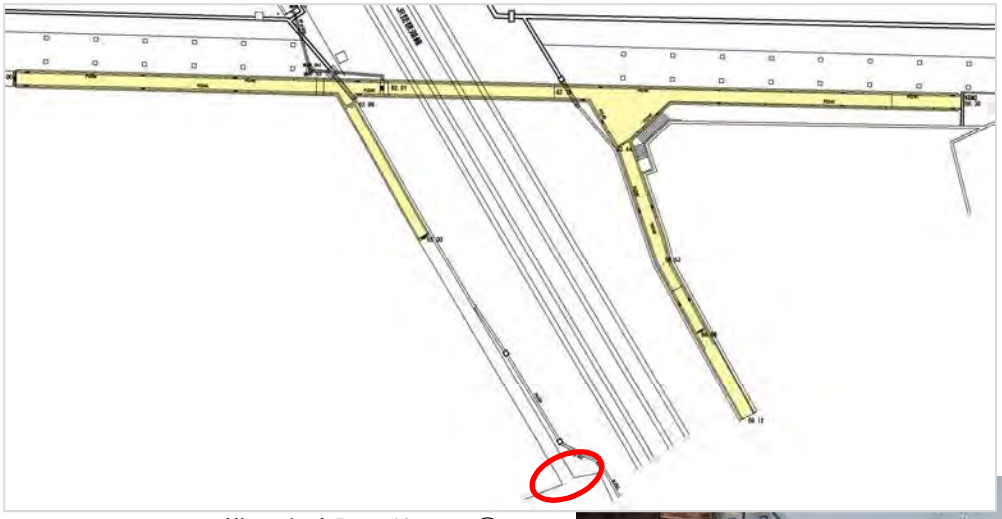


図-横断水路設置位置図①



図-横断水路設置位置図②

・アンダーパスの壁の嵩上げ

アンダーパス周辺の表面水が流入しないよう、下図に示す位置の壁の嵩上げを行う。

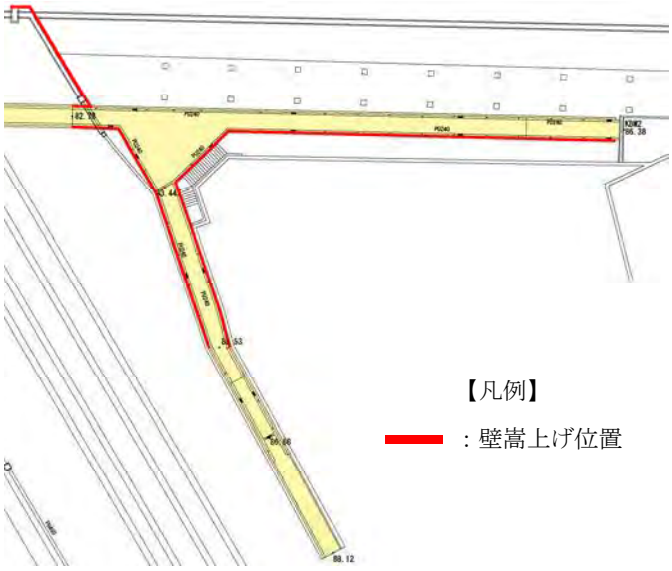


図-壁嵩上げ位置図

