

## 鉄道の高架化に伴う雨水貯留施設計画・設計の一事例

全日本コンサルタント(株) 中 北 覚 司  
高 田 哲 也  
中 原 健  
○ 久 野 憲 太 郎

### 論文要旨

平成 15 年着工の近鉄奈良線連続立体交差事業(寝屋川流域の東大阪市八戸ノ里・瓢箪山間)において高架化された鉄道路線の延長は約 3.3km、幅員は駅舎部 20~30m・一般軌道部約 10m で、高架部の全面積は 4.10ha である。寝屋川流域内では、雨水放流先の寝屋川の排水能力に余裕がないため、流域内の開発行為に対して雨水流出抑制対策が課せられている。弊社では、鉄道の高架化が周辺地域の雨水流出におよぼす影響と雨水流出抑制施設についての計画・設計業務を平成 14 年から始めた。

ここで発表するのは線状に限られた鉄道用地内に貯留施設を設置する計画・設計の一事例である。本件では、高架部からの雨水を集水するために高架下の両側に設置される側溝(通常 300mm×300mm)の規模を大きくして集水と貯留を兼ねる側溝貯留型とオリフィス(放流孔)で放流量を許容放流量以下にする自由放流方式の流出抑制策を採用した。

これらの方式の短所を補う方策として、通常は貯留池底面と同レベルに設置されるオリフィス(放流孔)の位置を下げることによる減量効果について検討した。

キーワード：雨水貯留、寝屋川流域、側溝、自然放流方式、比流量

### まえがき

近鉄奈良線連続立体交差事業は、近鉄奈良線の大阪中央環状線との交差点から東花園駅付近の約 3.3km において鉄道を高架化することにより 9 箇所の踏切を除却し、東大阪市内の交通の円滑化や分断された市街地の一体化を図る鉄道路線の高架化工事である。平成 15 年に着工した高架化工事は、平成 22 年 5 月に奈良行き(下り線)、平成 26 年 9 月には難波行き(上り線)の高架切替が完了し全区間で供用開始された。現在、駅前広場や高架下店舗等の整備、関連側道整備、雨水排水整備等が進められている。

鉄道高架化による雨水排水への影響は、高架化により雨水が地盤に浸透しなくなることであり、鉄道高架化による土地の改変面積は約 4.1ha である。この改変面積に対して増加した雨水排水には、「寝屋川流域における総合的な治水対策」に基づく雨水流出抑制基準が課せられる。また、鉄道高架橋の排水処理は、一般的な宅地造成等の面的な排水処理とは異なり、鉄道高架橋の特徴である線状構造の排水を効率的に処理することが必要となる。

### 1. 雨水流出抑制施設

#### (1) 流出抑制施設の計画諸元

雨水流出抑制策については、「寝屋川流域における総合的な治水対策—雨水流出抑制施設技術基準—(寝屋川

流域総合治水対策協議会)」と東大阪市の「下水道施設設計基準」に準拠した。

雨水流出抑制施設計画・設計の協議先は、高架部からの雨水の放流先である東大阪市公共下水道の管理者・東大阪市下水道部である。東大阪市との協議により、基本方針を下記のように定めた。



図-1 近鉄奈良線高架化区域周辺マップ

- ① 高架部 4.10ha を「駅舎部」1.08ha、「一般軌道部」3.02ha に区分する。

- ② 「駅舎部」については、600m<sup>3</sup>/ha の貯留を行う。
- ③ 駅舎部以外については、「可能な範囲」での対応として、高架化に伴う流出増加分(流出係数 0.5⇒0.9)の貯留を行う。
- ④ 全面積 4.10ha に対して、許容放流比流量を 0.07m<sup>3</sup>/s/ha とする。
- ⑤ 流出抑制策は貯留型施設を原則とし、公共下水道に接続する手前に設ける公共樹までを鉄道用地内に設置する。

上記の基本方針により算出した雨水貯留量は 837m<sup>3</sup> , 許容放流量は 0.287m<sup>3</sup>/s となる。

- ・駅舎 600m<sup>3</sup>/ha × 1.08ha = 648m<sup>3</sup>
- ・一般軌道部 189m<sup>3</sup> (開発前後の 3.02ha の流出量ハイドログラフからの計算による)
- ・必要貯留量 計 648 + 189 = 837m<sup>3</sup>

(2) 貯留方式の決定

1) 現場条件

現場条件は以下のとおりである。

- ① 鉄道高架橋橋脚は地中梁で縦横に連結されている。
- ② 鉄道用地は延長 3.3km の線状であり横断する公道により大小さまざまな 15 のブロックに分断される。(大きいブロックではさらに分割されて 25 系統の貯留施設になった)
- ③ 高架下は店舗などの利用が計画されている。

①より地中梁が障害になって地下貯留施設を設けることが困難である。②より集水面積が分断されることでまとまった貯留施設を設けることが困難である。③より地上部に貯留施設を設けることができない。

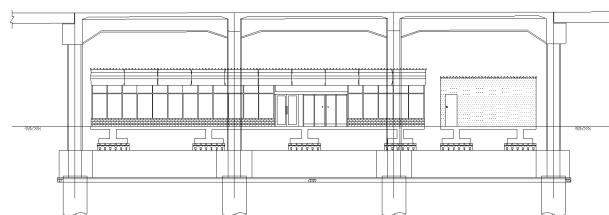
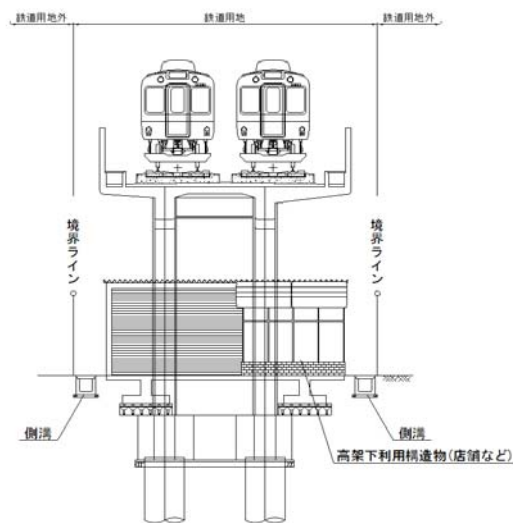
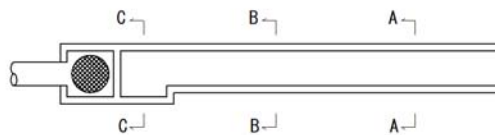


図-2 高架標準断面図

2) 貯留方式の決定

現場条件から、高架下に新たに施設を設けることができるスペースはなく、高架両側の排水側溝を貯留施設として利用することとなった。

平面図



断面図

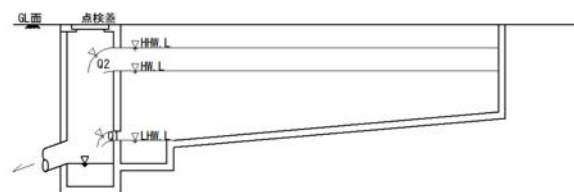


図-3 側溝を利用した貯留施設のイメージ図

3) 流出抑制方式について

流出抑制方式には、ポンプ排水方式、ゲート排水方式、自然放流(オリフィス)方式がある。ポンプ排水方式とゲート排水方式では、集水施設と貯留施設が分かれていて貯留水の放流には人工操作が必要となる。本件のように集水と貯留を兼ねる側溝貯留型では必然的に自然放流(オリフィス)方式を採用することになる。

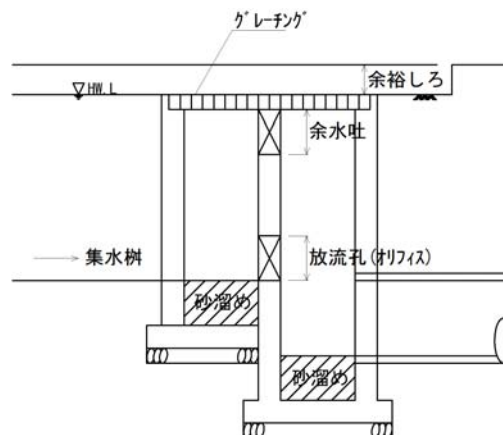


図-4 放流施設構造図

(3) 側溝貯留型(自然放流方式)の特徴

側溝貯留型の特徴は次のようである。

○ 長所

- ① 排水側溝を貯留施設とするため新たに貯留施設のための用地を必要としない。
- ② 施設が簡易であり維持管理が容易で安価である。

○ 短所

- ① 集水渠として勾配が必要となるため、デッドスペースが発生する。特に地上勾配が大きい場合や延長が長くなる場合は貯留効率が悪い。
- ② 自然放流方式は放流先の下水道管渠の高さを考慮する必要がある。
- ③ 駅舎部や高架下利用の店舗前においては溢水を十分に考慮する必要があり余水吐きを大きくとる必要がある。
- ④ 自然放流方式は放流と貯留を同時に行うため、ポンプ排水方式のように貯め切るよりも貯留量が多くなる。

以上のような側溝貯留型の特徴から、側溝延長は 100m 程度を限度とし、延長が長いブロックでは複数の貯留施設系統に分割した。地形条件、放流先となる下水道からの制約などを加味して、15 ブロック 25 系統の貯留施設となった。

側溝は、幅 0.50m、深さ 0.5~1.0mの自由勾配型側溝を使用、水路勾配は一律 1.0‰とし、放流柵の上部には下水道基準の最大雨水流出量に対処できる余水吐きを設けた。

2. 貯留・流出抑制の課題

自然放流方式は放流と貯留を同時に行うため、許容放流量以上の雨水量を貯め切って降雨終了後に放流する貯切り型貯留よりも貯留量が多くなる。以下に集水面積 1.0ha における溜切り型貯留と自然流下方式の貯留量を示す。

○ 貯切り型

地下貯留のような許容放流量 (0.07 m<sup>3</sup>/s/ha) 以上の雨水量を貯めて晴天時に放流する方式(貯切り型)の場合、許容放流量以上が貯留量 (63 m<sup>3</sup>/ha) となる。(図-5)

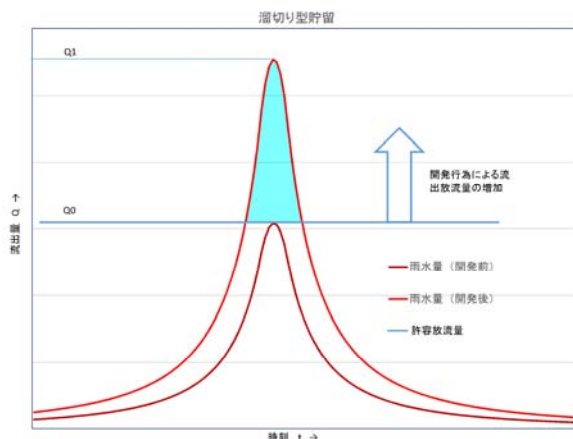


図-5 貯留量と放流量の関係(貯切り型)

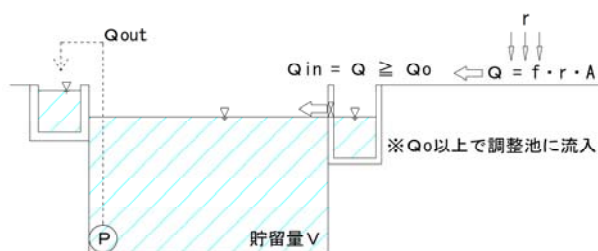


図-6 地下貯留式模式図

○ 自然放流方式

自然放流方式では放流と貯留を同時に行うため、放流量のピークは許容放流量となるが、流入量のピークより遅れるため許容放流量以下についても貯留が発生する。(図-7 水深 1.0m の場合、貯留量 133 m<sup>3</sup>/ha)

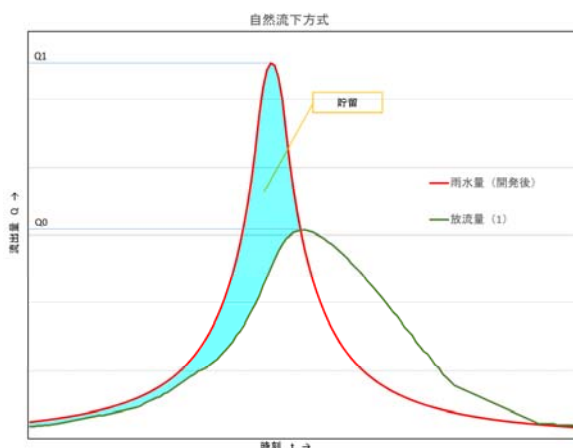


図-7 貯留量と放流量の関係(自然放流方式)

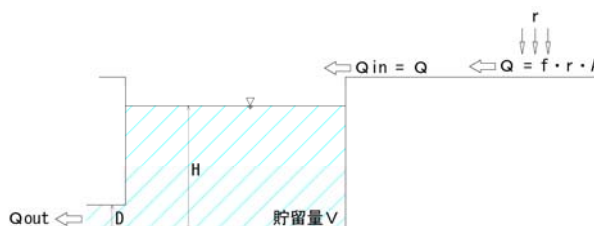


図-8 自然放流式貯留模式図

両ケースを比較すると、自然放流方式のほうがピーク前の雨水流入量と放流量の差分として 70 m<sup>3</sup>多く貯留する必要がある。

### 3. 貯留量の軽減対策

貯留量を少なくするには、初期降雨時の放流量を大きくする対策が必要である。初期降雨時の放流量が少ない理由としては、オリフィスにおける放流量は水位に依存するため初期降雨時の水位が低いからである。よって貯留量を少なくするためにオリフィスを側溝底より下げることで初期降雨時の水位を確保する。(放流量(1):オリフィスを下げない場合の放流量 放流量(2);オリフィスを下げた場合の放流量)

- ・ 流達時間  $t=7$  分
- ・ 降雨強度  $I=110.8\text{mm/hr}$
- ・ 流出係数  $C=0.90$
- ・ 流入量  $Q_{\text{imax}}=0.055\text{ m}^3/\text{s}$
- ・ 許容放流量  $q=0.014\text{ m}^3/\text{s}$
- ・ 側溝幅  $B=0.50\text{m}$
- ・ 側溝延長  $L=231.2\text{m}$

表-1 最大放流量を一定にした時の貯留量の変化

オリフィス底面高 池底面から	貯留量V (m <sup>3</sup> )	池面積A (m <sup>2</sup> )	オリフィス孔 (m)	最大放流量 Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> /s)	水深(m)		備考
					オリフィス	池	
0.00	49.9(1.00)	116	0.05×0.155	0.0140	0.49	0.49	
-0.05m	47.2(0.95)	116	0.05×0.150	0.0140	0.52	0.47	0.003m <sup>3</sup> /sまでV=0
-0.10m	45.3(0.91)	116	0.05×0.145	0.0140	0.55	0.45	0.005m <sup>3</sup> /sまでV=0
-0.15m	44.0(0.88)	116	0.05×0.140	0.0140	0.59	0.44	0.007m <sup>3</sup> /sまでV=0
-0.20m	42.96(0.86)	116	0.05×0.136	0.0140	0.63	0.43	0.008m <sup>3</sup> /sまでV=0
-0.30m	41.9(0.84)	116	0.05×0.126	0.0140	0.72	0.42	0.009m <sup>3</sup> /sまでV=0
-0.40m	40.8(0.82)	116	0.05×0.119	0.0140	0.81	0.41	0.010m <sup>3</sup> /sまでV=0
-0.50m	40.2(0.81)	116	0.05×0.112	0.0139	0.90	0.40	0.010m <sup>3</sup> /sまでV=0

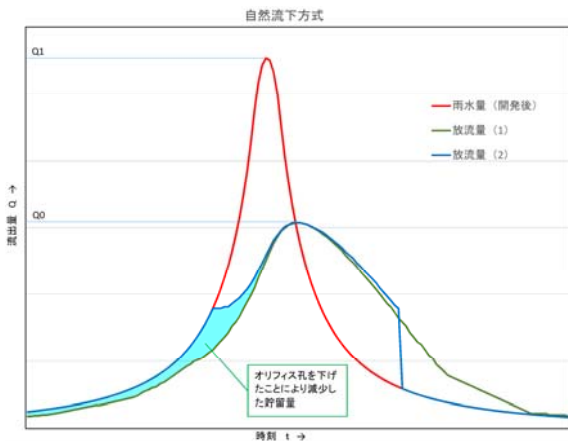


図-9 オリフィスを下げた場合の貯留量の減量効果

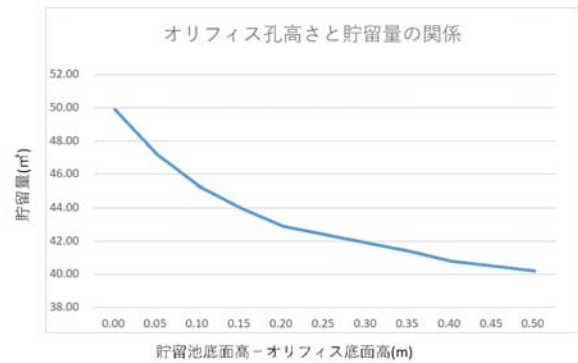


図-11 オリフィス高と貯留量の関係

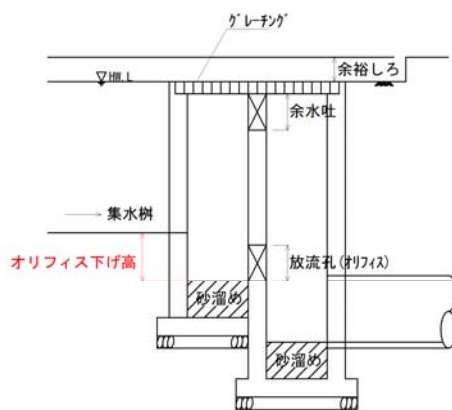


図-10 放流施設標準図(オリフィスを下げた場合)

#### ○オリフィス孔の位置(高さ)による効果の検証

モデルケースとして、以下条件において、放流量を許容放流量としてオリフィス孔の位置(高さ)による貯留量の変化をみる。

計算条件

- ・ 東大阪市 5年確立降 中央山型降雨
- ・ 集水面積  $A=0.2\text{ha}$

検証の結果、オリフィス底面高を 0.10m~0.15m (最大水深の 20~30%) 程度下げるのが貯留量の減量に効果的であることが分かった。

#### ○本件における貯留量の減量結果

検証の結果を放流施設 25 箇所反映した結果、21 箇所についてオリフィスを下げることで貯留量の減量に効果を発揮し、この方式を取り入れることにより全体の貯留容量を約 10% 少なくすることができた。

減量効果を発揮した 21 箇所の内 11 箇所まで 0.15m, 10 箇所まで 0.10mオリフィスを下げることとなりモデルケースの検証と一致する。貯留量の減量率についても-0.10~0.15mにおいておよそ 10%となり、検証と一致する。

残りの 4 箇所については、極端に集水面積が小さい、集水面積に対して貯留施設を配置するスペースが少ない(貯留側溝の延長が短い)等イレギュラーなブロックであり本検証に該当しない結果となった。

オリフィス孔を下げない 場合の貯留量		オリフィス孔を下げた 場合の貯留量
1,100 m <sup>3</sup>	⇒	1,004 m <sup>3</sup>

## あ と が き

鉄道高架化に対する流出抑制は広大な面積である上に延長の長い線状の用地であり、現場条件から十分な貯留施設を配置するスペースがないにも関わらず膨大な貯留を必要とした。

本件では高架両側の排水側溝の規模を大きくすることで貯留施設として利用し、自然放流方式における貯留量の増加に対してオリフィスを貯留池底面より下げることで貯留量を約10%減量することができた。

最後に、本稿の作成に当たり、ご指導、ご助言及びご協力いただいた大阪府、東大阪市、近畿日本鉄道株式会社並びに関係各位に深く感謝いたします。

## 参 考 文 献 ( または 引 用 文 献 )

- 1) 下水道施設計画・設計指針と解説 2009年 ー日本下水道協会ー
- 2) 下水道雨水調整池技術基準(案) 1984年 ー日本下水道協会ー
- 3) 寝屋川流域における総合的な治水対策ー雨水流出抑制施設技術基準ー平成元年10月 ー寝屋川流域総合治水対策協議会ー
- 4) 寝屋川流域における雨水流出抑制施設技術基準(案) 平成18年7月 ー寝屋川流域協議会ー