

城北川から寝屋川北部地下河川へ取水する堰構造に関する水理模型実験について

岡本 歩¹

¹大阪府寝屋川水系改修工営所 工務課 (〒536-0023大阪市城東区東中浜4-6-35)

城北川の計画流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ から約半分に値する流量 $89\text{m}^3/\text{s}$ を地下河川へ取水するという課題に対して、取水形式を越流堰構造とした模型実験を行い、地上河川の水位に応じた取水が可能となる構造諸元（堰高と堰長の適用範囲）が得られたことを報告する。

キーワード 水理模型実験, 越流堰, 越流係数

1. はじめに

寝屋川流域はその大部分が低平地で、流域面積の約3/4は雨水が河川に自然に流れ込まない「内水域」である。また、雨水の出口は寝屋川の京橋口（旧淀川合流点）ただ一か所しかないと、過去からも内水浸水の被害に悩まされてきた。

流域の浸水被害から流域住民の暮らしを守り、安全で快適なまちづくりを行うため、総合治水対策として、通常の河道改修だけではなく、治水緑地や流域調節池等の貯留施設の整備に加えて、道路等の公共施設の地下空間を活用した放流施設である2本の「地下河川」の整備を進めている。そのうち寝屋川北部地下河川では、淀川水系寝屋川ブロック河川整備計画（H27.3）に基づき、30年の整備期間で鶴見立坑から下流の大川（旧淀川）への排水機場までを整備することとしている（図-1.1）。

本内容では、将来的に地上河川である城北川の計画流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ から約半分に値する流量 $89\text{m}^3/\text{s}$ を地下河川へ取水するという課題に対して、取水形式を越流堰構造とした模型実験を行い、地上河川の水位に応じた取水が可能となる構造諸元（堰高と堰長の適用範囲）が得られたことを報告する。

2. 寝屋川北部地下河川の概要

寝屋川北部地下河川は、上流端を寝屋川市、下流端を大阪市都島区とし、全長14.3km、放流量 $250\text{m}^3/\text{s}$ の地下放水路である。

平成4年度より工事着手し、完成した区間毎に貯

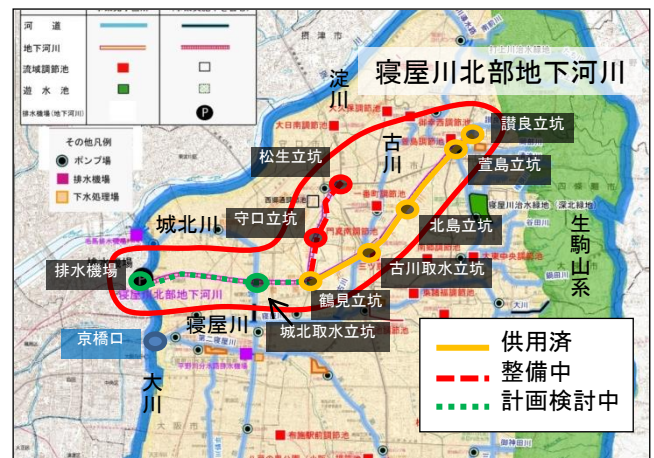


図-1.1 寝屋川北部地下河川位置図

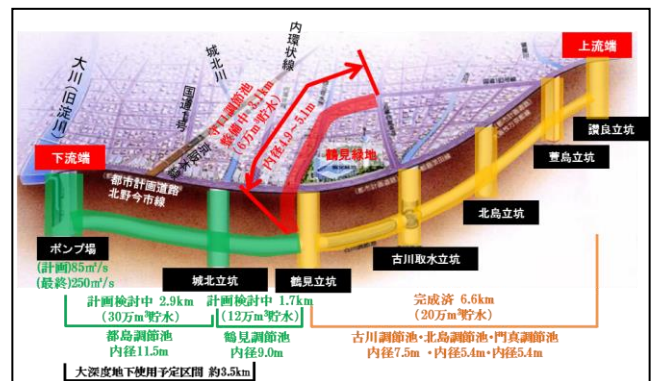


図-2.1 寝屋川北部地下河川の概要

留施設として順次暫定運用している。古川調節池（鶴見立坑～古川取水立坑）、北島調節池（古川取水立坑～北島立坑）および門真調節池（北島立坑～讃良立坑）が供用済みであり、現時点で約 20 万 m³ の雨水が貯留可能である。現在、守口調節池（鶴見立坑～松生立坑）が事業中で、6 万 m³ の貯留容量が追加される予定である（図-2.1）。

3. 既往実験

地上河川である城北川から地下河川へ取水する堰構造については、平成3～4年に水理模型実験を実施しているが、事業用地の制約上、サイフォン式の取水構造としたことから、流入堰周辺に渦流が発生する等の課題を残したままであった。その後、事業用地が確保され、比較的広い幅の流入構造も可能となったことから、より合理的な堰の構造諸元を再検討するために水理模型実験を行うこととなった。



図-3.1 城北川から地下河川への取水条件

4.2. 構造条件

城北川本川 200 m³/s から地下河川へ 89 m³/s を取水するために、越流堰の門数を最大 9 門（越流幅 5.5m/門）、越流堰高（天端高）、越流頂形状について改良等を行い、計画する取水分流量が得られる構造条件を検討した。ここでは、取水構造の今後の設計に資するため、取水量が確保できる適用範囲（門数と堰高の組合せ）を検討している。実験ケースを表-4.1 に示す。

表-4.1 実験ケース一覧

ケース	流量 取水	流量 本川	構造条件	水位条件
基本案	89 m ³ /s	200 m ³ /s	越流門数：9 門 (1 門越流幅：5.5m) 越流頂高：OP.2.02m 越流頂形状：台形	① op+2.96m ②
改良案			越流門数(幅) 改良 越流天端高 改良 越流頂形状 改良	op+3.66m の 2 条件

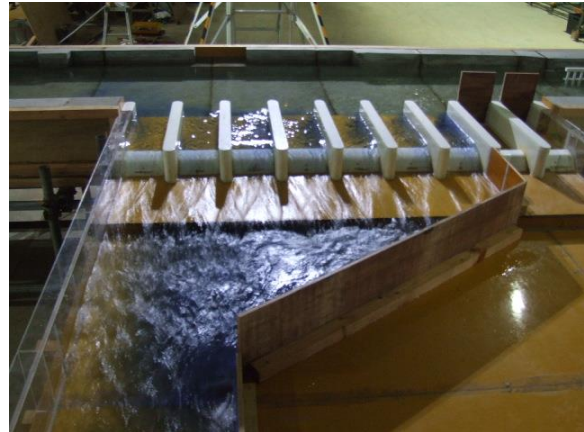


写真-4.1 模型製作状況



写真-4.2 通水状況

4. 取水構造の検討

4.1. 水位条件

取水堰の越流水深は、城北川の水位に依存する。城北川の水位は、現在の河川整備計画（期間 30 年）の治水施設等の完成時点の水位として OP+3.66m とし、その時点で未整備の治水施設等が将来的に全て完成した時点の水位においても取水量が確保できるように、将来水位として OP+2.99m とした。

①河川水位：地下河川完成時（OP+3.66m）

(1) 越流幅、堰高と取水分流量の関係

越流幅、堰高と取水分流量の関係を図-4.1 に示す。地下河川完成時（OP+3.66m）に、堰高 OP+1.80m とした場合は越流幅約 19.3m（3.5 門）、堰高 OP+2.50m とした場合は越流幅約 40m（7.3 門）とすることで計画取水量 89 m³/s が取水可能である。

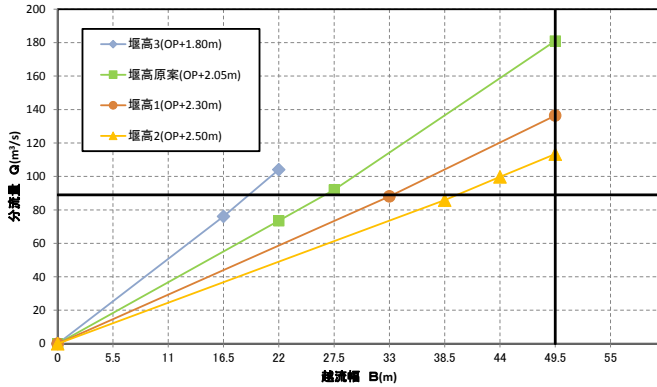


図-4.1 構造条件と取水量の関係（OP+3.66m）

(2) 取水部の流況

越流幅（門数）、堰高の条件の如何に係らず、河川内の取水口周辺の流況は比較的穏やかで、サイフォン式の取水口形式で見られたような渦流の発生等、問題となる流況は見られない。どの条件においても写真-4.2 に示す流況に近い。また、流速分布からも取水部の直上流に位置する橋梁（橋脚）により、若干の流況の乱れが発生するが、取水への顕著な影響は見られない。

②河川水位：将来（op+2.99m）

(1) 越流幅、堰高と取水分流量の関係

越流幅、堰高と取水分流量の関係を図-4.2 に示す。将来（OP+2.99m）にした場合、より取水効率が下がることから取水できる範囲がより限定されるが、堰高 OP+1.80m とした場合には、越流幅 38.5m（7 門）とすることで計画取水量 89 m³/s が取水可能である。

計画取水量を確保できなかった基本案およびその改良案の考察結果は次のとおりである。

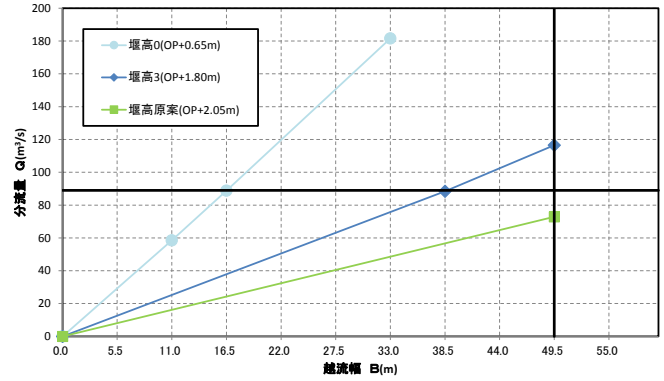


図-4.2 構造条件と取水量の関係（OP+2.99m）

- 基本案（堰高：OP+2.05m、越流門数：9 門、総越流幅：49.5m）の計画流量（河川流量 200m³/s）通水時（河川水位：OP+2.99m）の越流分流量は 72.8m³/s で、計画値より 16.2m³/s 少ない。これは設計値で用いた越流係数（C=1.93～3.04）が大きすぎたことが要因である。
- 改良案（越流幅、堰高を改良）では、地下河川完成時（OP+3.66m）の場合、堰高 OP+1.80m で越流幅約 19.3m（3.5 門）、堰高 OP+2.50m で越流幅約 40m（7.3 門）とすることで計画流量が取水可能となる。
- 将来（OP+2.99m）の場合、堰高 OP+1.80m、越流幅 38.5m（7 門）で計画流量を取水できる。
- 横越流堰の越流係数は C = 1.6 ～ 1.8 程度で概ね一定であり、平均 C=1.71 となった（図-4.3）。
- 越流幅（門数）、堰高の条件に係らず、河川内の取水口周辺の流況は比較的穏やかで、既往実験のサイフォン形式で見られたような渦流の発生となる流況などは見られない。

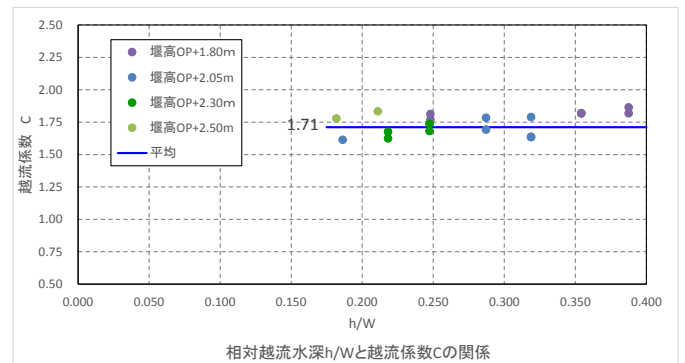


図-4.3 越流係数

(2) 計画取水が確保可能な越流幅と堰高の関係

越流係数を $C=1.71$ (実験平均値) として、計画流量 $89\text{m}^3/\text{s}$ が取水可能となる堰高と越流幅の関係を図-4.4 に示す (図中には設定水位別に表示)。

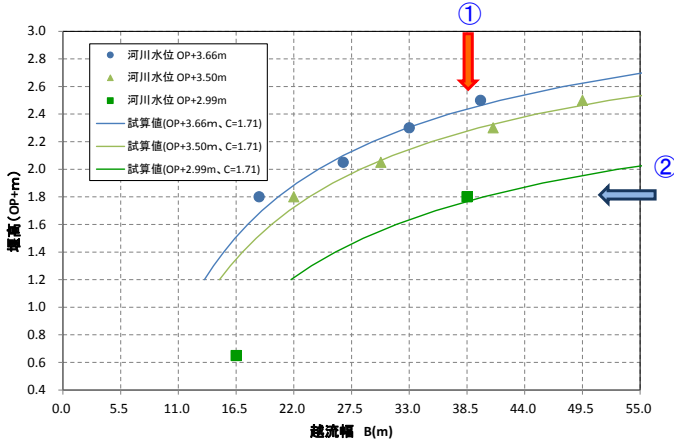


図-4.4 堰高と越流幅の関係

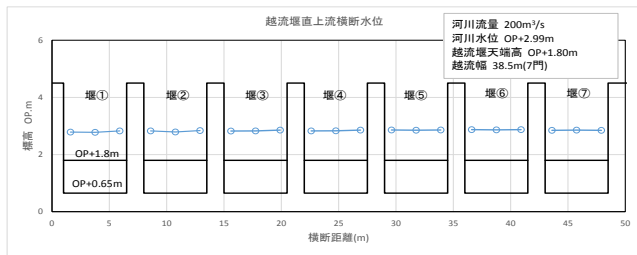


図-4.5 越流水位の事例 (条件は図-4.6 と同じ)

なお、図-4.4 中の試算値の式を以下に示す。

$$d = H - (Q/CB)^{2/3}$$

ここに、 d : 堰高, H : 河川水位, Q : 取水量 ($89\text{m}^3/\text{s}$), C : 越流係数 (1.71), B : 越流幅 (m)

4.3. 堰構造のイメージ

地下河川完成時 (OP+3.66m) から将来 (OP+2.99m) になった場合、堰構造の改良が必要となる。改良を想定した場合の堰構造のイメージは以下のように考えている。

① 堰幅を固定し、堰高で改良する手法

地下河川完成時 (OP+3.66m) に堰幅を 38.5m (7門) とした場合は、堰高 OP+2.5m とし、将来 (OP+2.99m) に、堰高 OP+1.8m に切り下げることで計画流量が取水可能である。

② 堰高を固定し、堰幅で改良する手法

地下河川完成時 (OP+3.66m) に堰高を OP+1.8m とした場合、越流幅 18.7m (3.5門)、将来 (OP+2.99m) 対応時に越流幅 38.5m (7門) に拡幅することで計画流量を取水できる。

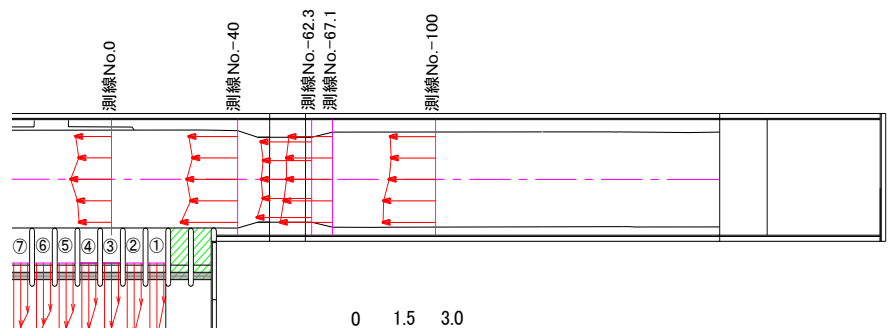


図-4.6 流速分布の事例 (堰高 : OP+1.80m, 越流幅 : 38.5m (7門), 河川水位 : OP+2.99m)

5. おわりに

城北川から地下河川へ安定的に計画分水量を取水できる構造の適用条件（範囲）を見出した。また、地下河川完成時の水位条件で取水堰を整備した場合でも将来の水位に対して取水する構造への改良が可能であることを確認した。なお、この取水量 89 m³/s が地下河川へ流入する際には、約 80m という高落差となるため減勢施設が必要であるが、その減勢手法については別途報告を参考にされたい。

(謝辞)

今回の実験では、大阪府河川構造物等審議会「大深度地下使用検討部会」で審議をするにあたり、京都大学大学院 戸田教授、関西大学環境都市工学部 石垣教授および京都大学防災研究所 川池准教授には、技術指導や実験指導を含め、さまざまご指導を賜り、厚く御礼を申し上げます。

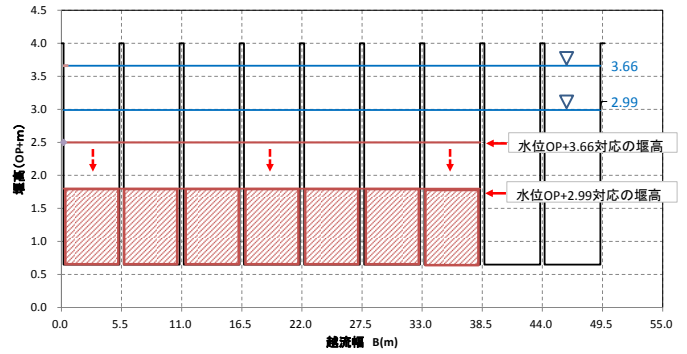


図-4.6 堰幅を固定し、堰高で改良するイメージ

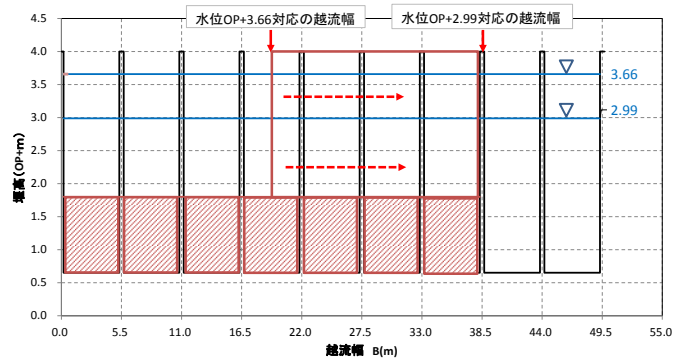


図-4.7 堰高を固定し、堰幅で改良するイメージ