

地下に設置された治水対策施設に関する 調査研究（その2）

馬場 康之^{1*}・戸田 圭一²・実広 拓史³

¹正会員 京都大学防災研究所 助教（〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖東ノ口）

*E-mail: baba@uh31.dpri.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学防災研究所 教授（〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄）

³正会員 東京電力（株）

都市水害の防止・軽減策として地下空間を有効活用した構造物による対策が進められている。本研究は、地下治水施設の事例調査を実施し、その現状や課題を分析するものである。調査は土木学会地下空間研究委員会防災小委員会の活動として実施され、調査結果を基に、各地で整備が進められている地下治水施設の設置事例について、それらの目的、また施設設置による氾濫抑制の効果などについて検討している。

地下空間に治水施設が設置される事例は、土地利用の高度化が進行した都市部で多く確認できる。施設が地下空間に設置されるため、都市の地上空間の環境保全、地下空間の有効活用という点で好評を得ている。また、他施設の開発時に合わせて調節地が設置される事例も見られ、効率的な治水対策施設の展開が進められていることが分かる。

Key Words : urban flood, flood control facilities in underground, storm water runoff control

1. はじめに

近年、局地的に時間雨量50～80mmを超えるような猛烈な雨が降る事例には枚挙の暇がなく、加えて24時間雨量が数百mm、梅雨期間中の総雨量が1000mmを超えるような事例も、毎年のように起こっている。2010年の梅雨期には、福島県、長野県、岐阜県、島根県、岡山県、広島県、鹿児島県、東京都、宮崎県において人的被害が発生した¹⁾。

東京都北区、埼玉県南部では、7月5日夜に解析雨量で1時間105ミリ（東京都板橋区）を観測するなど、各地で非常に激しい雨を観測し、都内で床上、床下浸水が発生した。その翌日の6日には福島県内も局地的な豪雨のために浸水被害が発生した。福島県郡山市内では、JR郡山駅周辺などで浸水が発生し、一部では地下の商業施設に水が流れ込むなどの状況が発生した。郡山市は、翌7日夜にも集中豪雨に見舞われ、2日続けて市内が浸水する事態となった。この他にも局地的な強い雨による氾濫被害が各地で発生しており、7月15日から16日にかけて中部地方、特に岐阜県を中心とした地域では局地的に時間雨量60mm前後の降雨となり、人的被害の発生ならびに氾濫水によりトレーラが流出した被害は記憶に新しいところである。

このような局所的な浸水被害をもたらす豪雨は、その時間スケールが台風などによる降雨と比較して相対的に短く、事前の予測が難しい状況にある。また、限られた範囲の氾濫であっても、地下空間などでは人的被害も発生し、資産の集中などが進んだ地域の場合には、浸水面積当たりの被害額が増加する結果となるため、局地的な豪雨に伴い発生する恐れのある浸水被害に対して、その対策が急務となっている。

このような浸水被害に対しては、雨水の効率的な処理と同時に、雨水の流出抑制も重要な課題である。高度に土地利用の進展した都市域では、一定以上の土地面積を必要とする遊水地等の貯留施設を設置することは容易ではないため、流出抑制のための方策の一つとして地下空間に治水対策を目的とした構造物が設置される事例が確認される。本報告は、土木学会地下空間研究委員会防災小委員会により実施している地下治水施設の事例調査結果について示すものである。

2. 地下空間に設置された治水対策施設

(1) 地下治水対策施設の特徴

都市水害の防止・軽減策として、河川整備に加え

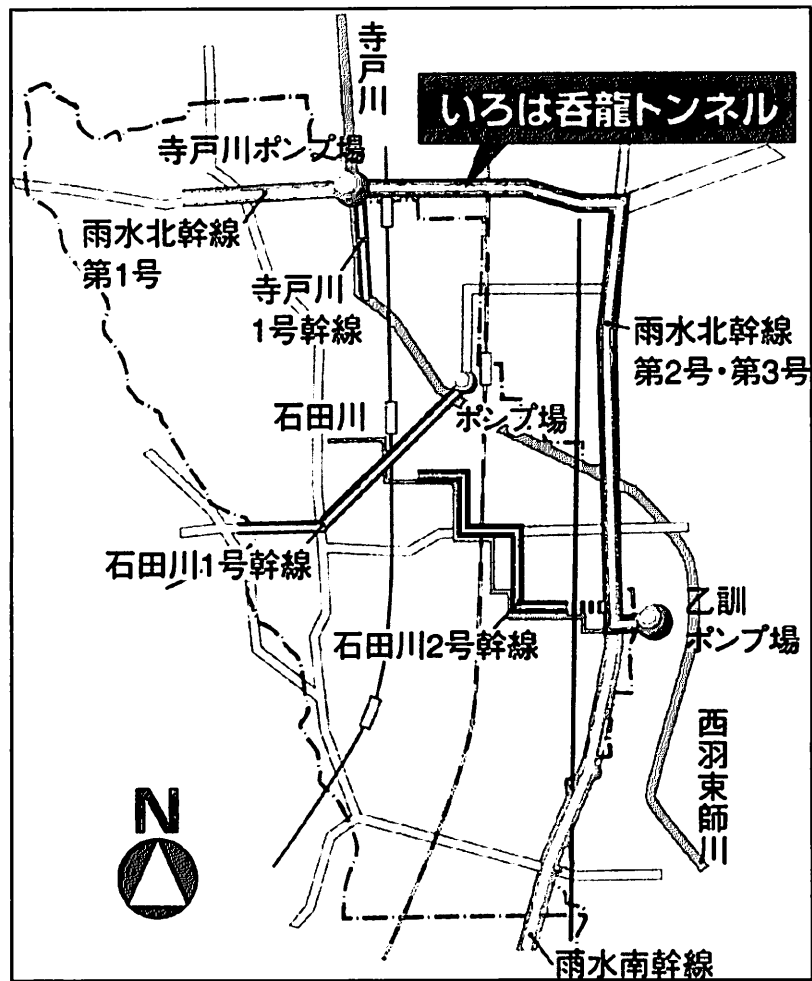


図-1 いろは呑龍トンネル (向日市 web)

て、雨水の一時貯留および放水路を通じての排水などの対策が講じられており、高度に都市化された地域では、地下空間を有効活用した雨水貯留施設、放水施設の設置事例が確認される。

前報²⁾では、水害対策を目的として地下に設置される施設が以下のように大別されることを示した。

①流下タイプ：

河川や幹線下水道のバイパス的機能を有するもので大規模な地下河川、地下放水路も含む

②調節・抑制タイプ：

②-1：調節池や貯留管などに、雨水を一時貯留するもの

②-2：雨水を貯留・浸透させて、雨水の河川や下水道への流出を抑制するもの（比較的小規模）

前報では、これらのうち比較的規模の大きな①、②-1に該当する事例について調査結果を示している。最も規模が大きくなる①流下タイプの施設には、首都圏外郭放水路、なにわ大放水路などの設置事例があり、他に建設中の事例（環状七号地下河川、大阪北部・南部地下河川など）が挙げられる。いずれの施設も、河川または下水

道からの雨水を取り込み、大規模なトンネルを通じて他の河川や海へ放流するものである。排水能力としては、首都圏外郭放水路は最大 $200\text{m}^3/\text{s}$ 、なにわ大放水路では最大 $73\text{m}^3/\text{s}$ である。

上述の地下河川（放水路）の完成区間を暫定的に調整池として使う事例や、道路、空港、公園・駐車場等の公共施設の地下に雨水を一時貯留する施設の事例は、各地でかなり多く見ることができる。その設置規模は、調節池の設置形態により比較的大きな幅（数十万 m^3 から1,000 m^3 程度）を持ち、大きく3つに分類されることが前報で示されている。

- ・地下河川の一部を暫定使用するもの：
10万 m^3 のオーダー
- ・公共施設等の地下を使用した調節池：
1万～10万 m^3 のオーダー
- ・その他、比較的小規模な貯留施設：
1千～1万 m^3 のオーダー

(2) 新たに調査した地下治水対策施設

前報で報告した以外の地下空間に設置される貯留タイプの治水施設として、京都府が整備を進めている地下ト

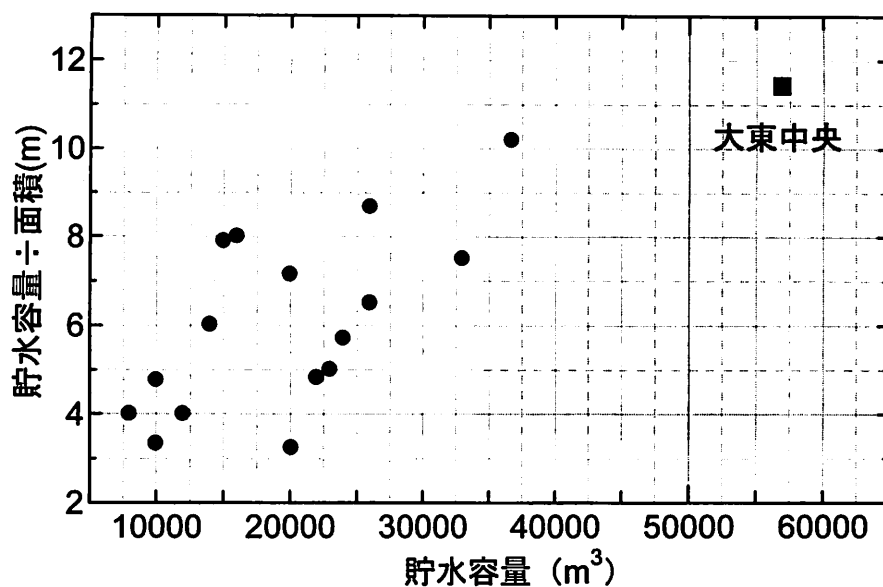


図2 流域調節池の貯留量と貯留水深 (推算値)

ンネル (いろは呑龍トンネル) がある³⁾。いろは呑龍トンネルは、京都市、向日市、長岡京市にまたがる1,838haの区域の雨水排水・浸水対策として、雨水が流入して増水した川から水を取り込んで貯留するための施設である。いろは呑龍トンネルで対処する降雨は、概ね10年に1度の大雨 (61.1mm/h, 176.9mm/day) である。

いろは呑龍トンネルは平成13年6月に貯留量約5万m³で供用開始された。当初容量約25万m³で計画されたが、貯留した水を降雨の途中にポンプ場を経由して桂川本川へ直接放流するという計画変更 (平成14年8月) により、トンネル容量が約20万m³に縮減された。このように、降雨の途中から河川への排水を行うことで、一つの降雨終了後の新たな降雨時にも貯留することができ、またこの貯留施設は流出のピーク時を選んで取り込む機能も有している。

前報では、雨水貯留施設の設置事例として大阪府・寝屋川流域での調節池の整備状況を示した。その後、今回の調査時点ではもう1か所の流域調節池 (大東中央、貯留量56,900m³) が完成しており、着実に整備が進められている状況がうかがえる⁴⁾。地下施設ではない調節池 (八尾広域防災基地) を加えた流域全体における累計の貯水容量は40万m³を超えている。大東中央の流域調節池は、貯留量および貯留量と設置面積から推算した調節池の貯留水深ともに相対的に規模が大きい (図2四角)。

その他、特定都市河川の一つである鶴見川を抱える横浜市内でも、平成22年に4か所の流域貯留施設 (数千m³～数百m³程度) が完成する予定となっている⁵⁾。

このように、雨水の調節・流出抑制を目的とした貯留

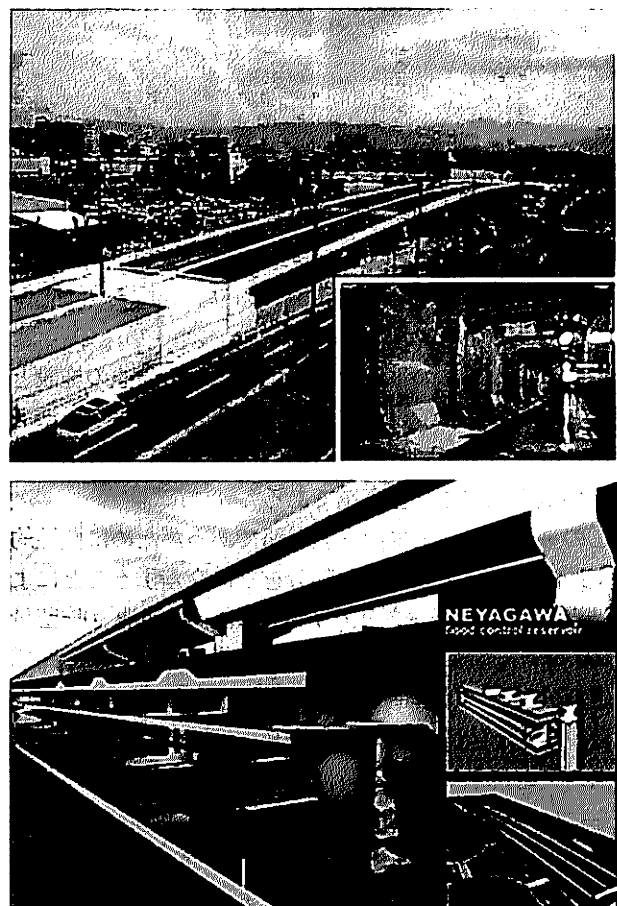


図3 千里丘寝屋川線立体交差事業 (大阪府web)

左:現場状況, 右:イメージ図

施設は、主に学校や公園、駐車場などの公共のオープンスペースの地下に設置される事例が多い。しかし、市街地化が進んだ地域では、調節池の設置が可能な公園やグラウンドなどの公共用地を見つけることが容易でない場



写真-1 雨水貯留管（上）と建設途中の調節池（下、中学校グラウンド）（京都市上下水道局 web）

合もあり得る。このような状況下において、他の施設と貯留施設を合わせて設置する（合築）ことにより、渋滞対策と浸水対策を同時に行った例が、大阪府枚方市の千里丘寝屋川線立体交差事業である⁹。

この事業は、従来平面交差道路であったために慢性的に交通渋滞が発生していた部分を立体交差することによる渋滞対策と、浸水対策のための地下調節池（貯留量16,000 m³）を合わせて設置するもので、調節池は道路橋基礎部分との一体構造となっている。こうして、市街地の貴重な地下空間を有効に利用し、地域の課題であった渋滞対策と浸水対策を同時に図ることが可能となった。さらには橋梁と調節池の合築施工により、調節池建設用地の確保、橋梁の杭基礎等の削減、調節池の部材量の削減などの相互効果・メリットが生まれ、事業全体として約3億5千万円の事業費が削減された。

先にも述べたように、地下調節池を設置する際の候補地となる公共用地が、浸水対策を要する地域において十分に確保できない状況も想定される。この例のような他事業と合わせる形で調節池を整備することは、用地確保の観点及び事業費軽減の面においても有利となる状況が

示されたことから、今後の浸水対策を進める上で調節池の候補地選定における可能性を広げることが期待できる。

3. 浸水対策に関する自治体の取り組み事例

先に述べたように、激しい集中豪雨の多発や都市化の進展に伴う保水・遊水機能の低下に伴い、短時間のうちに雨水が流出しやすくなり、毎年のように都市域での浸水被害が発生している。このような状況を背景に、自治体により浸水被害抑制を目指した街づくりの方針やガイドラインなどが策定されている。ここでは、京都市と東京都が作成した浸水対策の概要と、その中で地下空間への治水施設の設置に関する内容について示す。

京都市は、「京都未来まちづくりプラン」の一つとして、平成22年4月に「雨に強いまちづくり推進計画」を策定している⁷。この計画は、上下水道局、建設局、産業観光局及び消防局が各事業や各施策において連携を図り、行政と地域の関係者が一体となって地域特性に応じた効果的な対策の実施を通じて「雨に強いまちづくり」を目指すものである。

これまでの治水対策、浸水対策として、河川の改修、内水排水施設の設置、雨水幹線・雨水ポンプ場の整備（下水道）、雨水調節池・貯留浸透施設の整備などが行われている。これらの中で、雨水幹線や雨水調節池は前節に挙げた整備例と同様に、都市化の進んだ地域では道路や公園、グラウンドの地下に設置される事例が今後とも多くなると考えられる。また、宅地化の際の調節池の設置（宅地内）や、新たな道路整備の際に雨水調節池を設置するなど、土地利用や道路事業と並行して浸水対策を実施する事例も確認できる。

東京都では、平成17年9月の豪雨による浸水被害を受けて、平成19年8月に10年後までに実現すべき目標と取組の方向性を示した「東京都豪雨対策基本方針」を策定した。この方針では、河川や下水道の整備に加えて、流域対策やまちづくり対策などを推進することとしており、流域単位では7流域が対策促進流域として選定された。

神田川流域を対象とする「神田川流域豪雨対策計画」⁹を例にとると、神田川流域の治水水準は、平成29年度までに時間55ミリの降雨に対応することが目標に設定されている。このうち、時間50mmの降雨については、河川・下水道の流下施設と貯留施設の整備により対応し、残る時間5mmの降雨に対しては、貯留・浸透施設の設置など流出抑制により対応するとしている。

表-1 神田川流域での市区別目標対策量^{※1}（貯留・浸透施設整備）

区 市	10年後に達成する対策 (5ミリ降雨相当)		
	目標対策量 ^{※1} (万 m^3)	実施率 ^{※2} (%)	不足量 ^{※2,3,4} (万 m^3)
千代田区	4.7	55.3	2.1
中央区	1.6	18.8	1.3
新宿区	22.3	64.6	7.9
文京区	18.0	64.4	6.4
台東区	2.2	4.5	2.1
渋谷区	1.4	50.0	0.7
中野区	17.2	62.2	6.5
杉並区	30.2	68.5	9.5
豊島区	6.6	15.2	5.6
練馬区	5.6	62.5	2.1
武蔵野市	12.6	54.8	5.7
三鷹市	1.8	72.2	0.5
その他 ^{※1}	1.7	88.2	0.2
合計	125.9	59.8	50.6

※1：その他は流域対策の対象面積が1%以下となる世田谷区、北区、荒川区の合計である。

※2：実施率、不足量の算定における現況対策実施量については、平成19年度末の対策実施面積に単位対策量をかけ、集計した結果を用いている。

※3：貯留・浸透施設の減失、機能低下量を見込んでいる。

※4：施設の形式（ポンプ排水貯留、オリフィス貯留、浸透）による流出効果を考慮している。

地下空間に設置される予定の治水対策施設としては、下水道施設整備に伴う第二戸山幹線、第二妙正寺川幹線、第二十二社幹線、坂下（雑司が谷）幹線、後楽ポンプ所などがある。また、流域対策として流出抑制のための貯留・浸透施設を、公共施設(建物、車道、歩道、公園)に加えて、大規模民間施設の開発時にも設置を計画しており、流域全体としては平成29年度までに時間5mmの降雨に対応するための流出抑制（約126万 m^3 ）の整備を目標としている。表-1によると、整備目標の約126万 m^3 の対策量に対して、約60%の実施率であり、今後新たに50万 m^3 が整備される予定である。

4. おわりに

ここでは、地下空間に設置された治水関連施設に関する調査内容について報告した。地下に治水関連施設（地下河川、放水路、貯留施設等々）が設置される事例は、都市化が進行した結果、土地利用に制約を抱える地域に

多く見ることができ、近年の局地的な豪雨の発生による浸水対策としても期待されている。

急速な都市化に伴う保水・遊水機能の低下を背景に、河川改修のみでは治水安全度が向上しない状況を受けて、17河川を対象とした総合治水対策特定河川事業が展開され、その後の都市域で浸水被害が頻発する状況から、平成16年5月に特定都市河川浸水被害対策法が施行された（鶴見川（東京都・神奈川県）・新川（愛知県）・寝屋川（大阪府）・巴川（静岡県）の4河川が特定都市河川に指定されている）。国土交通省による“特定都市河川浸水被害対策法の施行状況の検証⁹⁾”によると、河川及び下水道整備については、整備が着実に進められているものの、進捗度については、従来の総合治水対策との差異が認められないと指摘されている。また、鶴見川、寝屋川では、河川管理者が洪水防止のために整備する雨水貯留浸透施設が流域水害対策計画に盛り込まれており、寝屋川において約22%の整備進捗であることが示されている。雨水貯留浸透施設は、既存市街地における雨水流

出抑制対策において流出率、洪水流量を低減させている事例もある。また、治水だけでなく、水循環、環境面にも貢献できることから、今後の街づくりの中で整備の進展が期待される。

謝辞：本件事例調査は、土木学会地下空間研究委員会防災小委員会の活動の一環として実施され、現在も継続的に行われている。本調査にご協力いただいた関係者各位に記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 平成22年梅雨前線による大雨の被害状況等について：内閣府，2010.
- 2) 馬場康之・戸田圭一・実広拓史・井田隆久：地下に設置された治水対策施設に関する調査研究，第15回地下空間シンポジウム論文・報告集，2010.
- 3) 桂川右岸・雨水（いろは呑龍トンネル）：京都府HP
(<http://www.pref.kyoto.jp/gesuido/16400045.html>)
- 4) 寝屋川流域総合治水対策：大阪府，2009.
(http://www.pref.osaka.jp/attach/1556/00005650/kipan_japanese.doc)
- 5) 平成22年度 主な完成予定施設：横浜市道路局
(<http://www.city.yokohama.jp/me/douro/somu/yosan/h22/download/kansaiyotei.pdf>)
- 6) 都市計画道路千里丘寝屋川線における立体交差（新宝町跨道橋）の完成のお知らせ：大阪府HP
(<http://www.pref.osaka.jp/hodo/index.php?site=fumin&pageId=3176>)
- 7) 雨に強いまちづくり推進計画：京都市，2010.
(<http://www.city.kyoto.lg.jp/suido/page/0000087413.html>)
- 8) 神田川流域豪雨対策計画：東京都総合治水対策協議会，2009.
(<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2009/05/DATA/70j51201.pdf>)
- 9) 特定都市河川浸水被害対策法の施行状況の検証：国土交通省，2010.