

浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方
提言

令和6年6月

浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会

目次

1. はじめに
2. これまでの治水対策と河川の地下空間活用に関する現状
 - (1) 水災害の激甚化・頻発化と流域治水への推進
 - (2) 現行の治水計画を取り巻く状況
 - (3) 河川の地下空間活用に関する状況
3. 今後の河川地下空間有効活用に向けて
 - (1) 河川の地下空間の縦断方向の活用
 - (2) 河川の地下空間利用のマネジメント
 - (3) 他事業連携の推進
 - (4) 河川区域以外の施設とのネットワーク化
 - (5) 既設構造物に対する安全確保の技術向上
 - (6) 施工・維持管理も容易な構造
 - (7) 技術力の伝承

<参考資料>

【参考1】 「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」意見取りまとめ

【参考2】 「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」概要

1. はじめに

近年、全国各地で豪雨等により人命や社会経済への甚大な被害が生じており、気候変動の影響により今後さらに激甚化・頻発化する水災害に対し、国土交通省ではこれまでの河道掘削や築堤、ダム、遊水地といった河川管理者の対策に加え、あらゆる関係者が連携し、流域全体で治水対策に取り組む流域治水を推進しているところである。

一方、気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化に対応するため、全国の各水系では、河川整備基本方針や河川整備計画の見直しを随時進めている。急激な勢いで顕在化する気候変動の影響に対し、これまでにない視点も含めてあらゆる対策を行うことにより、効果の早期発現やその増大が求められており、道路や鉄道、まちづくり等、他分野で活用されているにも関わらず、十分に活用できていない地下空間の活用は有効な対策として期待されている。

しかし、地下空間の活用において、河川縦断方向の施設整備は設置がやむを得ないもので治水上支障の無いものに限られていることや、整備及び維持管理コストが高いといった課題があることから、効率的な整備や維持管理に向け、最新の技術的知見を集積することを目的に「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」が令和5年3月28日に設置され、これまでに6回の勉強会が開催された。

本勉強会で出された意見については、地下空間活用ルール、ゾーニング、安全性・施工性等に分類整理を行い、令和5年12月に公表したところであるが、今回、勉強会で集積された知見をもとに、効果的かつ継続的に河川の地下空間の活用が進められ、治水安全度と利便性の向上が両立されることを期待し、提言として取りまとめた。

2. これまでの治水対策と河川の地下空間活用に関する現状

(1) 水災害の激甚化・頻発化と流域治水の推進

近年、平成30年7月西日本豪雨や令和元年東日本台風（台風第19号）、令和5年7月に九州北部地方や東北北部を襲った梅雨前線による大雨など、全国各地で豪雨等による人命や社会経済への甚大な被害が生じており、今後さらに気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化が予測されている。

これらの顕在化する水災害に対応するため、国土交通省では、気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う水災害対策、いわゆる「流域治水」を推進しており、今後も引き続き、河川管理者が主体となって行う河川整備等の事前防災対策を加速化させることに加え、流域全体で総合的かつ多層的な対策が進められることになる。

(2) 現行の治水計画を取り巻く状況

気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化に対応する事前防災対策を加速化させるため、全国の各水系では、河川整備基本方針・河川整備計画の見直しを進めている。気候変動の影響により増加が見込まれる河川の洪水流量を安全に流下させるため、事前放流等の既存施設の最大限の活用や、その上で必要となる新規ダムの建設、既存ダムの嵩上げ、遊水地等の洪水調節機能の強化策、引堤や河道掘削等の河道の流下能力の増加策（いわゆる河道対策）、雨水貯留等の流域対策が求められている。

一方で、ダム等の新規の洪水調節施設の建設適地は既に利用されていることが多く、さらに既存施設の機能増強により増加する洪水流量の全てに対応する事は難しく、自ずとその効果にも限界がある。また、引堤は都市部や河川の両岸に山が迫るような地形では実施が困難であることや、河道掘削についても河川環境や河川利用への影響が大きいことなどが、今後の抜本的な河道対策を進める上で懸念される場所である。

このような状況において、洪水調節機能の強化策や河道の流下能力の増加策として地下空間を活用することへの期待は高い。

(3) 河川の地下空間活用に関する状況

気候変動の影響に対応するための河道の流下能力の増加策として、河川の地下空間を利用した地下放水路等の整備への期待は大きいですが、整備に伴い河川管理施設へ悪影響が生じるリスクや、トンネル本体の整備及び維持管理コストが大きいこと等が課題として挙げられる。特に大深度など深い箇所地下空間を活用する場合、さらに排水ポンプの整備及び維持管理コストが必要となる。

気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化への対応が求められるなか、地下構造物の整備及び維持管理コストの縮減、設置の際の河川構造物等への安全性の確保のための検討や知見の蓄積を進めることで、河川の地下空間が有効活用される環境が整えられることが期待される。

3. 今後の河川地下空間有効活用に向けて

気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化に対し、洪水調節機能の強化策や河道の流下能力の増加策は、地形的な条件、社会的な影響、環境に与える影響や他の構造物への影響の観点等から一定の限界があることも想定される。特に、都市部の資産が集中する河川では、地下空間の活用への期待は高い。

そこで、洪水調節機能の強化策や河道の流下能力の増加策が限界となりうる河川において、新たな治水対策の一つとして、これまで十分に活用できていない河川の地下空間の有効活用に関する7つの推進策を提言する。

(1) 河川の地下空間の縦断方向の活用

① 現状と課題

- ・ 河川管理者が治水上必要な箇所において、河川縦断方向に地下構造物を整備した事例はあるものの、その事例は少ない。
- ・ 下水道などの許可工作物による河川縦断方向の占用については、設置がやむを得ないもので河川管理上支障がなければ可能であるが、実態として縦断占用許可の事例は少ない。
- ・ 河川縦断方向の地下構造物の整備については、地下空間の工事に伴う河川管理施設等への影響を少なくすることが課題である。

② 推進すべき内容

- ・ 国内外の先行整備事例について、設計における工事の配慮事項や管理手法等の収集、事業効果等の整理をするなどし、河川縦断方向に地下構造物を整備・管理する際の技術的知見を周知すべきである。
- ・ 河川管理者としての知見を集積し、必要に応じて地下空間の河川縦断方向の活用を推進すべきである。

(2) 河川地下空間利用のマネジメント

① 現状と課題

- ・ 都市部において、道路や鉄道等を地下に整備する事例が見られるが、施設整備位置（深さ）等についてルール化されていないため、地表から浅い部分から順に施設整備がなされ、後発で整備する事業者は、地表から深い位置に施設整備をせざるを得ず、整備費・維持費が高くなる。

- ・ 気候変動の影響等により、洪水流量の増加が見込まれる河川において、様々な利用との輻輳が想定される場合には、地下空間の利用についてのルールが必要である。

② 推進すべき内容

- ・ 都市部など、様々な利用との輻輳が想定され、かつ、河川管理者が治水対策として地下空間の活用を想定する河川について、河川地下空間のゾーニングをモデル河川で検討すべきである。

(3) 他事業連携の推進

① 現状と課題

- ・ 異なる事業者と共同で施設整備を行うことで、限られた地下空間を効率的・効果的に使用した事例がある。
- ・ 他事業との連携は、整備目標（計画規模）の違いから、必要な施設規模、洪水時のオペレーションが異なるなど、実際の運用時を見据えた調整事項が多いため、整備事例が少ない。

② 推進すべき内容

- ・ 他事業との兼用施設を整備することは、コスト面から有効であることから、他の公共施設等との共同整備の事例（費用負担割合の考え方などを含む）を整理し、周知すべきである。
- ・ 河川と下水道が連携した場合の洪水管理のオペレーションなど、施設運用に関する調整項目を整理し、ルール化すべきである。
- ・ 河川周辺における地下空間を活用する計画を共有する仕組みづくりの検討をすべきである。

(4) 河川区域以外の施設とのネットワーク化

① 現状と課題

- ・ 河川沿いに家屋が連担しているなど、特に都市部では堤防整備等の用地確保が困難な状況が多いが、河川から離れた場所であれば、まとまった範囲での事業用地を確保することが可能な場合がある。
- ・ 社会経済状況の変化により、駅前の地下駐車場などまとまった地下空間を廃止する場合、貯留施設に転用できる可能性があるが、そのまま取り壊し・埋め立てが行われている。
- ・ 河川区域外まで視野を広げると、河川区域外の施設とのネットワーク化など、更なる治水対策を行うことが可能となる場合がある。

② 推進すべき内容

- ・ 河川と河川区域外の既施設との連結や、他の施設（地下空間含む）に新たに貯留機能を確保する際の課題と対策について、事例を整理し周知すべきである。
- ・ 用途廃止される地下施設や民間の地下管路等を活用し、貯留機能や遊水機能を確保する際の課題と対策について、事例を整理し周知すべきである。
- ・ 河川区域外の施設等とのネットワーク化に向けた課題と対策について、事例を整理し周知すべきである。

(5) 既設構造物に対する安全確保の技術向上

① 現状と課題

- ・ 河川区域内で地下構造物を整備した事例は、山岳トンネル等と比較して多くない。
- ・ 河川空間は一般の利用者が多いことから、河川の地下空間で施工する際は、上面が利用される高水敷も含めた河川管理施設への影響に配慮する必要がある。

② 推進すべき内容

- ・ 地下構造物の整備に伴う変状等の多くは、施設完成後ではなく施工時に発生するリスクが高いため、施工時におけるモニタリング方法や基準の充実に図るべきである。

(6) 施工・維持管理も容易な構造

① 現状と課題

- ・ 施工費の縮減を優先した結果、維持管理費が高くなり、かえってトータルコストが増える事例がある。（維持管理用進入路が整備されていない等）
- ・ 地下構造物の整備にあたっては、いかにしてトータルコストの縮減に配慮した施設整備を行うかが課題である。

② 推進すべき内容

- ・ 地下構造物の整備を推進するため、施工、維持管理も踏まえた基準類の充実に図るべきである。

(7) 技術力の伝承

① 現状と課題

- ・ 河川トンネル等の設計・施工・維持管理を経験した技術者が不足しており、いかにして技術者の確保・育成を行うかが課題である。

② 推進すべき内容

- ・ 河川トンネル等に関する技術者の育成に向け、「技術相談窓口の設置」や「技術研修の実施」を検討すべきである。
- ・ 技術者が不足している自治体が、河川トンネル等を整備する場合は、国が技術的・人的支援をすべきである。

【参考 1】 「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」意見取りまとめ

分類	No.	意見
地下空間活用の有効性及び活用ルールに関する意見	1	河川区域の地下空間活用については、技術的に解決すべき点があれば、解決に向けて取り組んでもらいたい。
	2	特に中小河川対策やバックウォーター対策、内水対策として有効な手段になり得る。
	3	名古屋市の事例にある流下貯留型施設について、設計外力を超えて流下した際、リスクが極端に大きくならないような効果があると思われる。
	4	海外事例として、香港も地下トンネルで洪水や雨水を抜いて、海へ出していると思う。大雨で日本に近い部分があるので参考になるのではないか。
	5	地下河川は、河道の下に、河道と平行に施工することになるが、技術的な難しさや課題など施工者からの懸念点は、「堤体真下は沈下が懸念されることから、できるだけ堤体直下を避けて、堤体の両側で施工すること」ことや、「一次覆工で施工コストを削減して、薄型化や継手を簡略化すると、その後の維持管理費が非常に高くなる傾向があるので、ライフサイクルコストを考慮しながら、堅固な一次覆工を構築すれば、漏水や地盤の変状は抑制できる」ことなどがあげられる。
	6	これまでも、河道配分流量の増大のため、引堤や河床掘削などの工事を進めてきているところだが、今後の気候変動の影響を踏まえた河川整備において求められる流量を河道に求めることは、河川周辺の土地利用など、課題、限界がある河川（箇所）も多いと想定される。そういった河川において、地下空間の利用というのは今後の計画を検討する上で期待は高いと思われる。
	7	現在、国土交通省では、気候変動の影響を踏まえた、計画の見直しを進めているが、増加した基本高水のピーク流量を確保するために、全国の各河川の状況に応じて様々な手法が検討されている。
	8	現在取り組まれている流域治水において、「ダム等での調節流量」や「河道への配分流量」以外では、水田貯留等の取り組みがあるが、本川のピーク流量に対し、大きな効果が発揮されるものではないため、流量配分に見込むことは難しい。
	9	これまで河川区域の地下利用について、河川管理者の懸念があるため縦断的・連続的に使われていなかったが、海外でも同様に使われていないのか調査が必要である。
	10	地下河川の設計方法が 2000 年位に提案されてから約 20 年経ち、修正も必要と考えている。
地下空間活用にむけたゾーニングに関する意見	11	地下利用は、浅い深度から順次利用され、後から利用する者は深い位置での整備となってしまふ。ヘルシンキのマスタープランのように、誰が、どの地下を、どのように使うか、予め決めておくことも必要ではないか。
	12	世界的にみても、浸水リスク低減に向けた地下利用はほとんどなされていないと思われる。今後、地下空間活用を図っていくのであれば、他事業との兼用施設整備がコスト面から有効である。
	13	将来プロジェクト用として、比較的浅いところを確保していくことが、計画的な地下利用を行う上で重要だと思われる。事例のヘルシンキのマスタープランの目標について確認が必要だと思われる。
	14	諸外国の事例を見ると、地下空間活用の様々なメニューや効用がある。川沿い以外の空間も有効に活用していくための地下空間のあり方や、ネットワーク化などの効用などを上手く整理できると良い。

分類	No.	意見
地下空間活用にむけたゾーニングに関する意見	15	地下空間の利用について、関係者と協力しながら、地下の深さや場所別にマスタープランを持つことは非常に重要だと感じている。日本の場合、既に地下空間として活用されている構造物等も多い中で、どのように整理するかが非常に大事である。
地下空間活用にむけた安全性・施工性に関する意見	16	河川区域の地下空間活用については、技術的に解決すべき点があれば、解決に向けて取り組んでもらいたい。【No.1再掲】
	17	地下河川は、河道の下に、河道と平行に施工することになるが、技術的な難しさや課題など施工者からの懸念点は、「堤体真下は沈下が懸念されることから、できるだけ堤体直下を避けて、堤体の両側で施工する」ことや、「一次覆工で施工コストを削減して、薄型化や継手を簡略化すると、その後の維持管理費が非常に高くなる傾向があるので、ライフサイクルコストを考慮しながら、堅固な一次覆工を構築すれば、漏水や地盤の変状は抑制できる」ことなどがあげられる。【No.5再掲】
	18	地下河川（福岡県 高尾川）の整備事例は今年度も大きな効果を発揮している。その一方で、本件は河道下を地下河川として整備しているため、カーブが多く、施工上の課題があったように思う。今後、地下河川を検討していく上では、施工性も配慮した線形で計画を検討していくことが重要であると思われる。
	19	ポンプを高度に使っている業界の知恵や応用例として、ロケットエンジンや航空機エンジンなど、飛ぶ機械に搭載するポンプは、高性能かつ小型・軽量化している。この技術を参考に排水ポンプを小型化できれば、排水設備の多少のコンパクト化はできるのではないかと思う。
	20	山岳トンネル工法は水密構造ではないとのことだが、ショートカットするために山を抜く場合、サイフォン方式が難しく開水路方式を取らざるを得ないのかについては、十分にトンネルの特性を考え、中に巻くコンクリートや地盤をきちんと評価すれば、山岳トンネルでサイフォンを作っている事例はあるので問題ないと思われる。ただし、地下水位以下だとポンプで水を揚げ続ける必要があるため、経済的ではないと思う。
地下空間活用にむけたコスト・維持管理等に関する意見	21	地下利用は、浅い深度から順次利用され、後から利用する者は深い位置での整備となってしまふ。ヘルシンキのマスタープランのように、誰が、どの地下を、どのように使うか、予め決めておくことも必要ではないか。【No.11再掲】
	22	将来プロジェクト用として、比較的浅いところを確保していくことが、計画的な地下利用を行う上で重要だと思われる。事例のヘルシンキのマスタープランの目標について確認が必要だと思われる。【No.13再掲】
	23	整備コストの縮減方策としては、地盤の良いところを掘るのが鉄則。「良い地盤」とは、単に硬いということではなく、変化が少ない地盤であり、よく調査を行って進めることが大原則。地盤の変化が少ないと、切羽や掘削性状が安定し施工が安定するため、結果的に早く安全に施工ができるなどのメリットがある。
	24	排水ポンプは、基本的に使用しなければ壊れることはないが、洪水対応など不定期に発生する対応として、土砂対策用ポンプの配置などにより、トータルコストを抑えることができるかもしれない。また、排水量が同じでも、大きいものを1基か小さいものを複数整備するかでコストが異なる。要求性能が決まれば、できるだけコストを下げる検討の余地はある。
	25	多様な主体と連携し、整備コストやメンテナンスコストを分担するなどが考えられる。例えば下水道幹線の整備時に河川分含めてシールド径を大きく整備することで、整備コストの縮減が図られると考える。
	26	点検コストについても、ドローンやレーダーなどを用いることで点検精度の向上と併せてコスト縮減ができればと考えている。

分類	No.	意見
地下空間活用にむけたコスト・維持管理等に関する意見	27	現在、最大 13m 程度の河川における地下トンネルの外径を、セグメントの改良等により道路トンネルと同様の 27m 程度まで大きくできるのかについては、継手強度を強くするなど、技術的には対応可能であるが、コスト面で不透明となっている。
	28	地下河川は、河道の下に、河道と平行に施工することになるが、技術的な難しさや課題など施工者からの懸念点は、「堤体真下は沈下が懸念されることから、できるだけ堤体直下を避けて、堤体の両側で施工する」ことや、「一次覆工で施工コストを削減して、薄型化や継手を簡略化すると、その後の維持管理費が非常に高くなる傾向があるので、ライフサイクルコストを考慮しながら、堅固な一次覆工を構築すれば、漏水や地盤の変状は抑制できる」ことなどがあげられる。【No.5 再掲】
	29	地下空間を活用、整備にあたって発生した土砂を堤防強化へ活用するような個別事例がある。このように、実際に発生した土砂を他の必要としている用途（コンクリートの骨材利用や養浜）に利用することは重要。
	30	大深度を利用して地下 40m 以深にポンプを設置する場合、機械はヘッドに比例して大きくなる。ポンプを大きくすることについて技術的に限界はないが、コストがものすごく掛かる。その一方で水頭差を活用し、ポンプを使用せずに流下させる高尾川や柳生川のような事例であれば維持管理コストの縮減が期待でき、非常に魅力的である。
	31	地下に設置される水路トンネルの寿命はどれぐらいなのか。水を流す場合、維持管理に気を遣わなければならないのかについて、耐久性については、定量的に評価できていないというのが現状。水が関わるトンネルは、比較的劣化が早いのではないかと考えている。
地下空間活用にむけた環境に関する意見	32	下水道と連携し、洪水時に下水道からの汚水を取り込むことで、海域環境、健全な水循環という観点でも有効かもしれない。
	33	高尾川や柳生川など、河道下に施工される地下河川における施工時の河川への影響検討について、スムーズに掘削するための土中へ添加剤の混合や、トンネルの隙間を固めるためにセメント系固化剤を入れるといったことを行うが、そのようなものが河川に噴出ししないような対策、配慮が必要となる。
	34	地下空間を活用、整備にあたって発生した土砂を堤防強化へ活用するような個別事例がある。このように、実際に発生した土砂を他の必要としている用途（コンクリートの骨材利用や養浜）に利用することは重要。【No.29 再掲】
地下空間活用にむけた他分野との連携に関する意見	35	下水道と連携し、洪水時に下水道からの汚水を取り込むことで、海域環境、健全な水循環という観点でも有効かもしれない。【No.32 再掲】
	36	世界的にみても、浸水リスク低減に向けた地下利用はほとんどなされていないと思われる。今後、地下空間活用を図っていくのであれば、他事業との兼用施設整備がコスト面から有効である。【No.12 再掲】
	37	河川と下水道で連携して取り組む場合、対象とする降雨規模等が異なる部分を調整するための考え方について、河川と下水道では対象雨量や排水区・流域の大きさが異なるので整合を図るのは難しいが、洪水管理のオペレーションなど運用面での連携を行うことで効果があると思われる。
	38	広島市の事例で、河川と下水道の役割や協力がどのようにされていたのか、調査が必要だと思われる。
	39	河川と下水道では、洪水管理のオペレーション段階で情報共有などの連携や、予測の高度化を含めないと、地下をいろいろな主体が組み合わせて使うのが難しいと思われる。

分類	No.	意見
河川区域以外の地下空間の活用にむけた意見	40	気候変動の影響に対応するため、都市部で治水対策のバリエーションを増やすことが必要。
	41	スイス（オイラハ川）において地下放水路を通り、遊水地へ入っていくということであるが、下流にネック部があるためこのような形式をとっているのか確認が必要だと思われる。
	42	諸外国の事例を見ると、地下空間活用の様々なメニューや効用がある。川沿い以外の空間も有効に活用していくための地下空間のあり方や、ネットワーク化などの効用などを上手く整理できると良い。【No. 14 再掲】

【参考2】 「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」概要

(1) 設置趣旨

- 近年、全国各地で河川の氾濫や内水氾濫による浸水被害が生じており、頻発する水災害に対し、これまでの河道掘削や築堤、ダム、遊水地といった河川管理者による整備策に加え、自治体による雨水貯留施設の整備、田んぼや農業用水路を活用した雨水貯留など、あらゆる関係者が連携し、流域全体で治水対策に取り組む流域治水を推進しているところである。
- 一方、気候変動による災害の激甚化は、対策が追いつかないスピードで顕在化しており、河川における治水対策については、これまでにない視点も含めてあらゆる対策を行うことが求められており、道路や鉄道、まちづくり等、他分野で活用されているにも関わらず、十分に活用できていない地下空間の活用を検討することも不可欠である。
- 地下空間の活用は、整備及び維持管理コストが高いといった課題があることから、効率的な整備や維持管理に向け、最新の技術的知見を集積することを目的に「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」を設置する。

(2) 委員

(専門委員)

伊賀 由佳	東北大学流体科学研究所 教授
砂金 伸治	東京都立大学都市環境学部 教授
岩波 基	早稲田大学創造理工学部 教授
大沢 昌玄	日本大学理工学部 教授
◎ 鼎 信次郎	東京工業大学環境・社会理工学院 教授
渋尾 欣弘	高知大学理工学部 准教授
戸田 祐嗣	名古屋大学大学院 教授
横山 勝英	東京都立大学都市環境学部 教授
福島 雅紀 (令和4年度)	国土技術政策総合研究所河川研究部 河川研究室長
瀬崎 智之 (令和5～6年度)	

(行政委員)

塚田 晃平 (令和4年度)	東京都 建設局 河川部 計画課長
渡辺 修 (令和5～6年度)	
竹内 章裕 (令和4～5年度)	神奈川県 県土整備局 河川下水道部 河港課長
塚本 健介 (令和6年度)	
濱田 雄一郎 (令和4年度)	大阪府 都市整備部 河川室 河川整備課長
藤野 昭夫 (令和5年度)	
矢野 克己 (令和6年度)	

(3) 検討経過

第1回勉強会（令和5年3月28日）

- ・ 地下空間を活用した治水対策について
- ・ 今後の進め方について

第2回勉強会（令和5年5月30日）

- ・ 地下空間の利用実態
- ・ 下水道の活用状況

第3回勉強会（令和5年6月26日）

- ・ 地下空間の施工について

第4回勉強会（令和5年9月7日）

- ・ 現地視察（首都圏外郭放水路ほか）
- ・ 気候変動を踏まえた河川整備について

第5回勉強会（令和5年10月11日）

- ・ トンネル工事の概要と現状、課題
- ・ 排水ポンプ技術の現状について

第6回勉強会（令和5年12月1日）

- ・ トンネルの維持管理について
- ・ 地下河川整備における留意点について
- ・ 勉強会における意見のとりまとめ

第7回勉強会（令和6年5月28日）

- ・ 浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方（提言案）