

地下空間活用勉強会の取りまとめ

令和5年12月

勉強会実施状況及び、取りまとめについて

- 本日を含め、6回の勉強会で専門委員等から、最新の知見について発表。
- 勉強会の取りまとめとして、これまで頂いた意見を、「地下空間活用ルール、ゾーニング、安全性・施工性など」の分類ごとに整理・公表を行うとともに、今後の治水施策に活用。

勉強会 実施状況	月	開催数	内容
	3月28日	第1回	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
	5月30日	第2回	地下空間の利用実態／大沢委員 下水道の活用状況／渋尾委員
	6月26日	第3回	地下空間の施工について／日本建設業連合会
	9月7日	第4回	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／戸田委員
	10月11日	第5回	トンネル工事の概要と現状、課題／岩波委員 排水ポンプ技術の現状について／伊賀委員
	12月1日	第6回	トンネルの維持管理について／砂金委員 地下河川の水理に係る研究・技術相談等の状況について／瀬崎委員 勉強会における意見とりまとめ

- 【意見分類】
1. 地下空間活用の有効性及び活用ルールに関する意見
 2. 地下空間活用に向けた、ゾーニングに関する意見
 3. 地下空間活用に向けた、安全性・施工性に関する意見
 4. 地下空間活用に向けた、コスト・維持管理等に関する意見
 5. 地下空間活用に向けた、環境に関する意見
 6. 地下空間活用に向けた、他分野との連携に関する意見
 7. 河川区域外の地下空間の活用に向けた意見
 8. 地下空間の活用に向けた、技術力の伝承に関する意見

地下空間活用勉強会 意見とりまとめ(1/5)

分類	No.	意見
地下空間活用 ルール	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る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、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。
ゾーニング	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う。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。

地下空間活用勉強会 意見とりまとめ(2/5)

分類	No.	意見
ゾーニング	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。
	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。
安全性・施工性	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	シールド工事は1980年代後半には延長2kmを超える長距離工事が適用され、1990年代後半には延長5km以上の長距離掘進を実現した。 2000年代半ばからは、内径φ10mを超える大断面トンネルの長距離掘進実績も増えている。
	19	シールド工法の技術開発の現状として、ボルトレスセグメントの採用、ベルトコンベアーによる坑外への土砂搬送、カッタービットの長寿命化及び交換技術により、従来比べて長距離・高速施工が可能になった。今後はシールド掘進によって発生する騒音・振動の抑制技術や周辺環境のモニタリング技術の高度化等が課題。
	20	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。
21	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。	

地下空間活用勉強会 意見とりまとめ(3/5)

分類	No.	意見
安全性・施工性	22	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。
	23	トンネル工事にあたっては施工後(完成後)に影響が発生する事例はあまり聞かない一方、施工中は地表面に変状を生じる等の事例があるため、施工中には特に注意が必要である。
コスト ・ 維持管理	24	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う。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】
	25	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】
	26	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、予期せぬ変動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。
	27	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。
	28	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。
	29	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。
30	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。	

地下空間活用勉強会 意見とりまとめ(4/5)

分類	No.	意見
コスト ・ 維持管理	31	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】
	32	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。
	33	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。
	34	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。水に関わるトンネルは、比較的劣化が早いのではないかと考えている。
	35	トンネルの変状である剥落や漏水の影響は、道路トンネルと比較して水路トンネルでは小さいと思われる。トンネルの維持管理にあたっては、トンネルの目的によって異なる特性を十分に考慮し、立案、実施する必要がある。
	36	トンネル構造による河川の活用を進めていくためには、「適切な分派量を確保しつづけるための河道維持管理手法」、「計画流量を大きく上回る洪水に対するリスク評価と断面等の設計上の考え方」、「ライフサイクルコスト上の有利な方式・施設設計」を確立していくことが重要である。
環境	37	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。
	38	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。
	39	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.32再掲】

地下空間活用勉強会 意見とりまとめ(5/5)

分類	No.	意見
他分野との連携	40	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.37再掲】
	41	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】
	42	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。
	43	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。
	44	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。
河川区域外の活用	45	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必要。
	46	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。
	47	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】
技術力の伝承	48	トンネルの維持管理における点検の質は、技術者、技量、点検ツール及び計画・基準を組み合わせた結果で決まる。人材確保、技量の向上、ツールの技術開発、要領の共通化や変状や不具合等の参考事例の集約等が重要となる。