

特集
座談会

ケーシング立坑を進化させる



推進工法の基本は、発進立坑から掘進機（先導体）を投入し、地中を掘進させつつ推進管を後続させ、到達立坑から回収する。これにより、発進立坑から到達立坑に至る推進管の管列（管路）を構築する。立坑は推進工事に必要な全ての作業基地となる空間であり、それに求められる機能面の要件は、確実、高精度の推進施工を担保しうる、高品質、精緻な推進設備を収納できる強固な構造と、従事する作業員の効率性と安全性を確実に確保できることである。

2010（平成22）年度実績で、下水道事業だけを見ても、年間の推進施工延長は約400kmで、その8割強が小口径管推進である。また、施工スパン数で見れば、総数約10,700スパンのうち、小口径関連が約9,800スパンで、

その比率は9割を優に超える。全国の下水道事業で実施される推進工事のほとんどは小口径管推進工事であり、そこで採用される立坑構築手法のほとんどが、本日議題とされる「ケーシング立坑」であると推測される。年間の施工実績を集計することは難しいが、施工スパン数から見ても1万基から1万5千基程度は年間施工されていると推測される。

この座談会では、これらの実態を踏まえ、推進工事施工サイドの視点から、「ケーシング立坑」の利点と課題、今後の進化・発展性まで話題を進めてみた。

出席者（敬称略）

原田	隆仁	：ケコム協会事務局長
栗山	康晴	：PIT&DRM協会事務局長
西尾	王孝	：アート工法協会（地建興業㈱）
青木	健一	：コウワ工法技術協会事務局長
丹羽野喜代志		：エースモール工法協会（大栄建設㈱）
進行役 石川	和秀	：(公社)日本推進技術協会専務理事（本誌編集委員長）

発進立坑に制約され推進管が短尺に

いしかわ かすひで
石川 和秀
(公社)日本推進技術協会
専務理事



開発の経緯は？

石川：本日はお忙しい中、お集まり頂きありがとうございます。鋼製ケーシング立坑構築の代表的な工法協会の責任者が、一堂に会し、共通するテーマで議論する機会はこれまでなかったのではと思います。それだけでも十分な意義がありますが、なおかつ、本日は推進施工側の立場から見たケーシング立坑の功罪も話題にしたいと思っています。立坑築造サイドには多少きつい物言いになることもあるかもしれませんが、これからのより良き推進施工、より良き立坑築造を想ってのことと、ご容赦ください。

それでは、並び順で原田さんから順に、自らの工法の開発経緯とその最大特長や最近の施工実績など、自己紹介も含めお願いします。

推進の先端障害除去を目的とした土留め立坑からスタート

原田：ケコム協会の原田です。本日は、宜しくお願いします。ケコム工法の開発経緯としましては、当協会を1987（昭和62）年に設立致しました。昨年度までの全立坑の施工実績は、約6万基になります。先般月刊推進技術の記事でも紹介させて頂きましたが、推進の先端障害除去を目的とした土留め立坑

から始まり、小口径管推進用立坑（揺動式）での実績を積み、さらには、土質・口径・掘削深度の適用範囲を拡大すべく全回転型立坑機を用いたカッティング・ロック工法を開発し、現在も実績を重ねております。



土留立坑からスタートしたケコム工法

狭い敷地で威力を発揮

栗山：PIT&DRM協会の栗山です。よろしくお願いたします。私どもの協会は、ケーシング立坑構築機のPIT工法と推進機のDRM工法を扱っております。もともと、別々の協会として活動しておりましたが、1999年に合併して今の形になりました。当協会のケーシング立坑構築機はPIT機と呼んでおりますがPC1500、PC1520、PC2500、PC3000というラインアップで呼び径1500～3000までを対応しております。

また、アタッチメントの改良で1500未満の呼び径やコンクリート製マンホー

ル等にも対応可能な機種も揃えております。PIT機は揺動式圧入機でありまして、比較的小型軽量という特長があります。特に、狭い敷地などで威力を発揮できる機械であると自負しております。施工実績であります、協会員のみの調査で、全部ではありませんが、把握できた実績として年間200～300であります。



狭いエリアで威力を発揮するPIT工法

下水道の立坑分野に初めて全周回転方式を導入

西尾：アート工法協会会員の地建興業（株）の西尾です。アート工法の開発の経緯ですが、当社は当初、揺動方式の工法で施工しておりましたが、揺動方式では地盤を緩めてしまうこともあり、全周回転方式の開発およびMMホール（コンクリート製ケーシング）を念頭に開発を行い、下水道の立坑分野に初めて全周回転方式を導入することとなりました。アート工法機の開発以後、ケコム



はらだ たかひと
原田 隆仁
ケコム協会
事務局長

現場の安全に大きく寄与したと自負

工法、レボ工法などが全周回転方式の開発が行なわれたことから、ある意味、全周回転方式は新たな技術革新であったと考えます。最大の特長は、鋼製方式およびコンクリート製方式（圧入構築式）の両方に適用できる工法で、地山からの偏圧が作用しないことから、引張り強度の小さな鉄筋コンクリートケーシングの圧入が可能となりました。施工実績は、会員よりの事務局報告分で、1996（平成8）年に実用化されて以降、昨年度末までにおおよそではありますが、累計で約9,600基、鋼製ケーシングが約6,100基、コンクリート製ケーシングが約3,500基、昨年度は約400基となっています。



はじめて全周回転方式を導入したアート工法

狭い場所や搬入路、架空線直下、超近接作業等々でも施工が容易

青木：コウワ工法技術協会の青木です。低耐荷力管推進工法パイパー工法協会の事務局も兼務しています。ケーシング

立坑との関わりは、1996（平成8）年のアート工法開発からです。当時は、パイパー工法を展開中で、鋼製ケーシング立坑を使った発進到達を多く経験していました。しかし、当時の鋼製ケーシング立坑はケコム工法の独占で、機械台数が少なかったため機械の手配や工費面で問題があったためアート工法を開発しました。2003（平成15）年にアート工法では狭くて施工できない現場に採用したのが、コウワ工法でした。それからは、現場条件に応じてアート工法とコウワ工法とを使い分けていました。その後2007（平成19）年に会社を移り、現職に就きました。

コウワ工法の特長は、他工法では施工が困難な条件（狭い場所や搬入路、架空線直下、超近接作業等々）でも施工が容易だということです。これを達成するため、標準的な工法の機能を一部省略しています。第一は、ケーシング引上機能です。第二は、ケーシングの把持機能です。第三は、仮設ケーシングです。コウワ工法では、存置ケーシングが他工法より長く工費増となりますが、施工性以外にも適用範囲の拡大や工程の短縮などで差別化することができました。また、コウワ工法は回転圧入式ですので、アート工法などと同様にコンクリート製ブロックの圧入も可能です。現在は、コウワ工法技術協会正会員8社で年間400基以上の実績です。これには一部鋼管杭の実績も含まれています。



他工法で困難と判断された現場でも施工可能なコウワ工法

推進業者としての印象は？

石川：本日は、立坑構築には直接関与することなく、でき上がった立坑に掘進機（先導体）を持ち込み、掘進作業に専念する推進事業者の代表としてお一人、エースモール工法協会の丹羽野さんに参加いただいています。丹羽野さんから見たケーシング立坑の第一印象を自己紹介も含めお願いいたします。

**築造スピードが速く
周辺の地盤に影響が少ない**

丹羽野：エースモール工法協会会員の大栄建設(株)関東営業所長の丹羽野です。よろしくお願いします。私が推進業界に入ったのは最近のことで18年ほどになります。主に小口径泥水のオペレータ兼現場代理人でした。当時は小口径でも推進延長が飛躍的に向上している時期でもあり1スパン120mから170m

発進立坑の呼び径2000で 半管推進が主流に

にしお きみたか
西尾 王孝

アート工法協会
(地建興業株)



の施工をこなしてきました。今日ではたいした距離ではありませんが当時はレコードだったような気がします。その後マイクロ工法の開発や試験施工も行っていました。これまでに様々な工法を経験し、最近では現場のオペレータをすることは無くなりましたが、常にチャレンジ精神を忘れないように心がけています。現在はエースモール工法の技術開発に力を入れています。ケーシング立坑の印象については、築造スピードが速く周辺の地盤に影響が少ない優れた工法だと思います。

ケーシング工法が 実績を伸ばしてきた理由は？

石川：鋼製ケーシング立坑の築造手法での最大利点は、何と言っても、崩壊性地盤や帯水地盤であっても、地盤改良など補助工法を用いずに掘削し、ケーシングを下ろせることだと思います。それで施工スピードも速くなり、結果として施工コストが縮減されることになります。さて、皆さんのケーシング工法がここまで施工実績を伸ばしてきた一番の理由、要因はどこにあったと考えますか。

ライナープレートや矢板と比べ 施工性、安全性で優位に

栗山：ケーシング立坑が普及してきたのは、いま、石川さんがおっしゃられた

通り、山留工法としての施工性、安全性等が、ライナープレートや矢板に比べて優れているということに尽きると思います。それと、規格化されたケーシング立坑サイズに合わせるようにコンパクトな推進機械が開発され、その相乗効果によっても普及が加速したと考えております。

さらに経済性も

西尾：栗山さんのおっしゃるとおり、ライナープレート矢板など他の立坑築造工法より施工性と安全性が優れていたのだと思います。ケーシング立坑工法が施工実績を伸ばしてきた一番の理由は、推進工事においてはケーシング立坑が一般的となったことにあると思います。振りかえると、かつて管敷設の分野においては開削工法が主流の時代には、コスト優先のため、開削ではどうしても施工できない所（湧水地盤、交通事情）、あるいは、土被り5m以深のコスト面で有利になる所から、実績を重ねてきました。現在では、コスト面以外の工期が短い、安全性が高いなどのトータル面から言って、今や推進工法がスタンダードとなっています。このような背景もあり、ケーシング立坑工法は、ライナープレート、矢板との競合の中で、工期が早く安全に立坑の構築が可能で、経済性にも優れ、都市部での交

通事情、夜間開放が容易であることなどから普及が進んだと思います。

ケーシング立坑工法の中で言うと、アート工法が施工実績を伸ばしてきた理由は、地山を緩めにくく家屋への近接施工が可能な全周回転方式が評価されたものと考えています。

他工法との差別化で、採算性も向上

青木：みなさんがおっしゃるようにケーシング立坑は優れた特長をもち、広く使われています。その中で、お客様からのニーズも多様化しています。我々は、これらに迅速に対応することにより他工法との差別化を図り、お客様から必要とされる工法を目指して参りました。この成果が、現在の施工実績につながっていると思います。また、他工法との差別化は、採算性の向上にもつながり、施工会社にとっても有利です。

現場の安全に大きく寄与したと自負

原田：工期短縮もさることながら、やはり安全性が一番だと思います。通常の立坑構築に必要な坑内掘削作業をケーシング工法によって機械化し、坑内に人を入れない方法により、現場の安全に大きく寄与したと自負しております。



にわの きよし
丹羽野 喜代志

エースモール工法協会
(大栄建設㈱)

立坑内の狭さ、坑口注入の難しさ、鉛直、変形などがポイントに

推進施工側からの評価は？

石川：皆さんがケーシングを下ろして構築した立坑は、本来、その後の推進施工のために使われるもので、それを実際に使用して推進作業を行う施工サイドからの評価が一番重要となるはずです。本日お集まりの4つの立坑工法協会は、いずれも推進施工部署も保有されています。自ら構築する立坑への内部評価は如何でしょうか。

発進立坑の呼び径2000で半管推進が主流に

西尾：推進業者の立場からすると、ライナープレートを凌駕するケーシング立坑工法の出現により、標準管を推進するという一時期の常識からすると、狭い場所で推進せざるを得なくなるという厳しい作業環境となり、また、半管の標準化や半管推進用の機材を設備するなど変化を求められてきました。しかし、特に都市部においては、コスト面、工期面、交通事情、住民感情への配慮などの中で、発進立坑の呼び径2000、半管推進が主流となっており、推進工法がよりスタンダードとなりえたと思います。

狭い場所での施工は推進側からのニーズ

青木：立坑は推進工事の脇役です。しかし、立坑が構築できなければ推進もできません。低耐荷力管推進の作業スペースは立坑を除くと非常に小さなものです。また、ユニック車やクレーンが入れないような狭い場所にも推進設備は持ち込めます。

狭い場所でも立坑を構築したいというのは、推進側からのニーズです。このようなニーズにコウワ工法は応えています。また、立坑関連技術として、無薬注坑口などの技術開発も進め、評価を得ています。

推進担当に迷惑をかけない立坑を

原田：後工程の推進担当に迷惑をかけない立坑を常に考えております。ケーシング立坑の品質については、鉛直性、変形の度合い、底盤の高さ（立坑深の確保）、漏水の有無などの管理項目を設定しています。

比較的小型の機械が利点

栗山：私どものPIT機は、揺動圧入方式で、適用範囲が多少狭まりますが、機械が比較的に小型であるという利点

があります。この利点をアピールしながら制約条件を克服してさらなる進化を目指していきたいと考えております。

内部評価ではありませんが、積算依頼を処理していて気付いたのですが、一昨年、立坑の基準が変更になりましたが、これが必ずしも徹底されていないように見受けられます。底盤厚さとケーシング厚さのところが変更前の基準で設計されている例が見受けられます。単に周知不足なのか、別の問題があるのか、すこし気になっています。

推進施工オンリーの立場では？

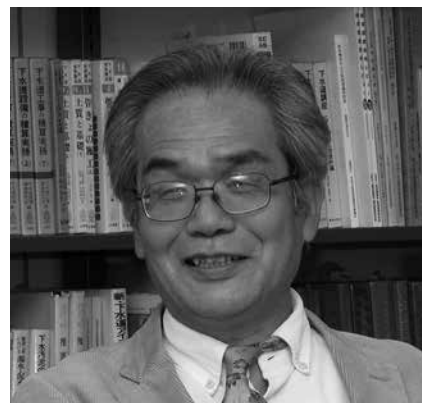
石川：丹羽野さん、推進施工オンリーの立場として、今の4人の方々のお話し、どう感じられますか。

立坑内の狭さ、坑口注入の難しさ、鉛直、変形などがポイントに

丹羽野：ケーシング立坑で施工する場合やはり①立坑内の狭さ②坑口注入の難しさ③鉛直、変形などがあげられます。①については、創意工夫を行うことでクリアできると考えます。また、各工法協会並びに施工業者のカラーが良く出る部分ではないでしょうか？②立坑形状の問題から鏡切時に良くトラブルが発生します。その場合閉塞は難しい。③最小呼び径1500の距離で水系を張

呼び径 1200 の実績も

くりやま やすはる
栗山 康晴
PIT&DRM 協会
事務局長



りトランシットを据えるため、立坑下部での鉛直ズレ、変形は機械の設置に大きく影響します。



狭い立坑内での作業状況

かなり無理な立坑を造ってしまったとは？

石川：少し前まで、この「ケーシング立坑」は「小型立坑」と呼ばれていました。今でも、その呼称を使われている方も多いかもしれません。当協会としては、このケーシング立坑の築造に使用される専用機は、施工重機としてはかなり大型で、施工条件にも相当な制約がかかるのが実態です。「小型」からくるイメージとは相当な格差があると考え、ある時期から、「小型立坑」の呼称を捨て、「ケーシング立坑」に変更しました。そのことに関連して、下水道事業の現場に携わる自治体職員や設計コンサルタント担当者などは、「小型」とのイメージから狭い場所で、しかも小さな立坑を設けられ

れば、推進工事は成立すると思い込んだふしは感じられますか。実際、かなり無理な立坑を造ってしまったと感じたケースはありませんか。

可否判断には慎重を期し、現場確認を原則に

青木：コウワ工法の機械も決して小さなものではありません。また、圧入機と掘削機が別々に必要です。しかし、これらの施工能力を最大限に生かして、コウワ工法より小さな機械の工法でも施工が困難（無理）な条件を克服しました。コウワ工法で施工できない場合には、ケーシング立坑は構築できないケースがほとんどです。そのため施工の可否判断には慎重を期し、現場確認を原則としています。そうして、できないものはできないとのお答えします。

無理な立坑を構築したことはない

原田：いろいろな要望や条件がありますが、顧客ニーズにお応えできる様にしてきましたので、無理な立坑を造ってきたということは感じません。逆に失敗したものを次回どう改善するかという前向きな発想が大事だと考えます。

計画段階でこれは無理!ということも

栗山：自治体の方やコンサルタントの方がまず、立坑が築造可能かということから発想するのはわかるような気がします。立坑が築造できなければルート変更かポンプで圧送するということになるわけですから、工事費がアップしたりランニングコストがかかってくるわけですが、私どもは、施工相談を受けるわけですが、施工深度や土質の相談より搬入をはじめ施工用地に関する相談が多くあります。何とか、できないかと思案するのですが、やはりこれはちょっと無理という計画もあります。また、施工される方の熟練度というのも施工可否判定の大きな要素であると思います。

作業条件に当てはめて可否を判断

西尾：ケーシング立坑の施工条件としては、架空制限がある、施工場所が狭隘である、搬入路が狭い、道路が傾斜しているなど様々な条件があるわけですが、施工機械の大きさ、搬入、設置、作業条件に当てはまるのが前提で、これに沿って対応していますので、無理な立坑をつくってしまったとの認識はありません。当然、アート工法では施工できませんとの対応もあります。



あおき けんいち
青木 健一
コウワ工法技術協会
事務局長

小さな立坑からの発進は 日進量や工事費で不利

**発進は呼び径2000以上、
到達は呼び径1500以上を推奨して
いますが…**

石川：例えば、当協会は推奨する立坑の必要口径として、発進立坑は呼び径2000以上、到達立坑としては呼び径1500以上としています。これより小さな立坑を造ったことはありますか。それは、発注者からの要求ですか。その際、立坑築造側として何らかの意見を具申することはないのですか。

呼び径1300の施工実績も

原田：地下埋設物の切り回しや構造物等の撤去、移設が困難な場所で、オプションである呼び径1300の施工も実績があります。発注者側からの要望や、現場条件にできる限り対応する姿勢で臨んでおります。

呼び径1200の実績も

栗山：呼び径1200位までの施工事例はあると思います。到達立坑は呼び径1500以上とされていますが、私どもへの問い合わせで呼び径1500ケーシングから発進できる推進機はありますかというのが結構あります。呼び径2000以上の立坑が築造できなかったのか、経済性を優先したのか判然としませんが。

施工スパンが短い場合、推進工事に対する立坑構築費が大きくなりますので、立坑サイズが1ランクでも小さくなると、全体の工事費が小さくなるというのは容易に想像できます。推進機のメーカーとすれば、呼び径1500発進の需要が多いなら、それに応えたいということになり、機械が開発されてくるわけです。立坑と推進機械がどんどん小さくなっていくんだと思います。これが、管路システム全体の更新費や維持費にどのような影響を及ぼすかというのはこれからの課題なのではないでしょうか。

発注者の要望で 呼び径1500から推進施工も

西尾：当社はいくつかの推進工法会員でもあり、発進立坑呼び径1500のケーシング立坑からの推進の施工も手掛けています。発進立坑呼び径1500の推進機は、道路など狭隘な場合にどうしても推進工事で施工したいとの発注者よりの要望で開発されました。立坑築造側としては、ケーシング立坑の標準施工径は呼び径1500以上なので、発注者に標準施工の範囲で検討していただいています。

呼び径1500から発進、 900に到達もある

青木：発進立坑では呼び径1500、到

達立坑では呼び径900が設計採用されることがあります。現場が狭い、近接構造物がある、埋設管が多く立坑構築スペースが無いなどの理由からです。その場合、次の点は必ず申し上げます。パイパー工法の場合、呼び径2000未満の立坑では日進量が80%に低下しますから、推進の工事費が高くなります。通常の推進延長では、立坑が安くなっても推進の工費増加には追い付きません。また、呼び径1500の立坑から発進できる工法や機種は限定されていますから、土質条件などが設計時の想定と異なり設計変更するのが困難です。したがって、工法選定は呼び径2000の場合より安全側の判断が必要です。到達では、呼び径900の立坑は1500と比べてケーシング材料費は安くなりますが、施工費は圧入掘削の施工能率が悪いので高くなります。それらを了解していただいたうえで、検討していただいています。

発進立坑に制約され 推進管が短尺に

石川：さて、最近では、小口径管推進工事の場合、ケーシング立坑の採用が前提条件となっている嫌いがあり、立坑の口径により推進工法や使用する推進管の管長が決められる傾向が強いです。仮に、発進立坑の口径を2m程度にすれば、当然、使用する推進管

ケーシング立坑はあくまで仮設

の管長は2mものが使えず、1mものや工法によっては0.8mものとなってきます。酷な言い方をすれば、推進工事のために立坑があるのではなく、立坑のために推進工法と管材があるようなものです。それは、事業者側が立坑の設置に関し、地元や関係機関に強い主張ができにくくなっている、正に、時代の趨勢かもしれませんが、この風潮についてどう感じますか。

安全や工期、コストに問題が

原田：推進工法の観点から考えると、結論としては、管路として望ましい方向ではないと考えますが、現状狭隘な施工箇所が多く実在しているのも事実で、如何にそういった狭隘箇所に対応するかという現場ならではの方向性が伺えます。しかし、短尺管での施工においては、安全性の確保の難しさ、工期の増加、コストの増大等の問題は残ると考えます。

半管の主流が 推進工法の採用増という反面も

西尾：推進業側から見ると、ライナープレート、矢板を凌駕するケーシング立坑工法の出現により、標準管を推進するという一時期の常識からすると、狭い場所で推進せざるを得なくなるという

厳しい作業環境となり、また半管の標準化や半管推進用の機材を設備するなど変化を求められてきました。しかし、小口径管推進工事においては、特に都市部においては、コスト面、工期面、作業環境（狭い、交通事情）、住民感情への配慮などの中で、発進立坑呼び径2000、半管推進が主流となり、ケーシング立坑は、推進工法の採用増加に一役かったと言えます。

推進管の長尺化でコストダウンも 立坑の大口径化でコストアップ

青木：確かに、パイパー工法でも、鋼製ケーシングやライナープレートなどの小さな立坑からの発進を前提として、1m管を標準としました。それにより、推進工法が広まった効用はあると思いますが、工事量が減り、工事費が低迷している現状では、開削のシェアを奪って工事量を増やす必要があります。その有効な手段が、管長の長尺化によるコストダウンです。しかしその場合、ケーシング立坑では大口径化によるコストアップが生じ、全体工事費の低減にはつながりません。つまり、現在のケーシング立坑はコストダウンというニーズに必ずしも応えられていません。ケーシング立坑が出現して30年近くたち、新たな工法開発が必要な時期になっているのかもしれない。

この業界に入ったときからのサイズ

丹羽野：推進管の長さ、立坑のサイズについては私がこの世界に入る前から設定されていたようで、違和感はありません。ただ推進業者（工法）は他と差別化しようとする傾向が強いので立坑の前後を掘削したり、ジャッキの形状を変えたりを試行錯誤がなされています。

短尺管のコストは3割増し

石川：長尺管ではなく短尺管を使えば、1スパン当たり管材費は約3割増し、施工費も日進量からすればこれも3増しと言われます。また、築造された管路には継手箇所が倍あり、管理上も決して有利な条件にはなりません。しかし、これが時代の趨勢になっています。偏に、事業者（自治体）側の立坑に対する理解と執念が弱まっていると私は感じますが、その点如何ですか。仮に、そうであれば、今後どうしたらよいと思いますか。

施工費は2割増し

西尾：施工費で言えば、おおむね2割増し程度ではないでしょうか。継手箇所が増えるという問題は確かにあり、どう管理するかは難しいところですが、コスト第一優先ではなく、工期面、交通事

継手は管路の構造的な弱点

情、住民感情への配慮の働いており、狭隘な場所での推進工事がスタンダードであるとの認識の中での流れだと思います。ただ、基本的な推進工事自体に対する理解が自治体側で不足しているのは、いなめないと感じます。

日進量や工事費において短尺管の不利は歴然

青木：短尺管の弱点は、パイパー工法開発時からありました。当時のスパイラル継手には、止水滑材を塗布していましたが、接着効果はなく漏水などの危険もありました。そこで、現在の充填系接合材が開発されました。これにより、継手部の止水性が確保され、一体化も図られ、弱点のひとつは改善されたと考えています。しかし、推進工についていえば、日進量や工事費において短尺管の不利さは歴然です。それでも短尺管が主流なのはひとえに立坑の経済性と施工性に理由があります。さきほど述べましたが、推進のシェアをふやすためのコストダウンには、立坑の制約が外れなければなりません。理想は立坑レスの工法ですが、それ以前に簡易土留めなどによる安価な立坑の開発が考えられます。それらが実用化されて推進工事のシェアが増加すれば、現状のケーシング立坑の工事量も増えると思います。

ケーシング立坑はあくまで仮設

原田：基本的には定尺の推進管を利用する方が、管路継手部も少なくなり、管理上望ましいと思います。しかしながら、現実的には施工中の環境を最大限考慮した占有ヤードの設計と工期を短縮できる様、地元や関係機関から示された現場条件に沿った施工が求められ、結果として限られた発進スペースでは、短尺管を使わざるを得ない現場が多いのも事実です。

ケーシング立坑の最大のメリットは、他工法に比べ、最短工期で立坑築造が可能な点です。都市圏では、交通障害を最小限に抑えながら所定の発進立坑を確保する方法として、週末金曜日の夜から月曜日の朝までの期間を有効に利用した大口徑昼夜間施工も経験し、好評を得ました。立坑を構築する際の機械設置のための最低限のヤードは必要ですが、施工期間の短縮は発注者側、施工側双方の創意工夫によって可能な場合もあります。ケーシング立坑は推進を目的とした仮設ですので、将来的に推進の安定性を阻害することは本末転倒です。現場の一時的な規制期間を工夫し、本来必要な発進立坑寸法を確保し、できるだけ推進用定尺管の利用が増すことが望ましいと考えます。

継手は管路の構造的な弱点

栗山：立坑の構築費と推進工事費については、事業主体やコンサルタントで経済比較はされているのですが、経済性の評価において管路の耐用年数のファクターは入っているのでしょうか。継手は管路の構造的な弱点になると思います。これが多いと、管路の耐用年数が短くなるのではないかと単純には発想されるわけです、それが事実ならば、経済性の評価に反映されるべきではないかと思います。

手間の割には儲からない

丹羽野：築造スペースや施工時間など現場環境が大きく影響しているように思われます。しかしながらこの流れに逆らえないのが現状ではないでしょうか？価格競争の上「手間のかかる割には儲からない」かもしれません。逆にこの環境でより良い物を作る方法を考えるのが推進施工業者の課題ではないでしょうか。

作業員の安全確保

石川：狭い立坑内での推進作業で一番気がかりなことは、作業員の安全確保

安全な昇降設備の 設置基準の明確化を

の充実、向上です。狭い立坑下で器材の吊り下ろしを誘導、補助する作業員は何か落下物があったとしたら、安全な避難場を確保することも困難になります。そのことへの対応や工夫は何かありますか。

適切な施工機械の選定、 作業ヤード面積の最小化で スペースに余裕を

原田：当協会の会員様が日々工夫されて現場にあった対応を実施しています。例で言えば、ヘッドガードの設置等が挙げられます。立坑構築の場合、適切な施工機械の選定で、必要な作業ヤード面積の最小化に努め、できるだけ余裕スペースを設けるように対応しています。

安全基準の確立を

栗山：ケーシング立坑の場合は矢板山留等に比べると、山留工の崩壊による破局的な事故の危険性は少ないと思われますが、形状が円形ということもあり、作業スペースに余裕が無いように感じます。現場を見ていて、機材の吊下ろし時は、ちょっと怖いなど感じる場合があります。

今のところは、作業の中で安全を確保して行くということになるのではないかと思います。そのような観点から安全基準の確立が急がれるのではないで

しょうか。

安全確認は作業員に依存

西尾：狭い立坑内での推進作業は、ハード面では、落下防止用の安全柵、継足し作業時の管材、部材の吊上げ、吊下げ作業用の部材落下防止用治具の使用などが実施されているのが現状です。作業の安全は、立坑内と地上との作業者の安全、作業確認の徹底に依存しているのが実情ではないでしょうか。

安全な昇降設備の 設置基準の明確化を

青木：立坑構築作業では、坑内に作業員が入るのはレイタンス処理作業のみです。ここでは、上下作業はありませんし、頻繁に立坑から出入りすることもあります。一方、推進時には上下作業による危険を回避するために、作業員が頻繁に立坑から出入りします。そのため、昇降設備が重要な役割を担っていますが、その設置基準が明確ではありません。ケーシング立坑に適した安全な昇降設備の設置基準を明確化していただきたいと思っています。

ヒューマンエラーをなくすこと

丹羽野：落下防止装置や上下間の合図方法、また、吊降ろし時の回転灯（音付）による注意喚起など方法は色々ありますが、一番は施工（時間・工期）に追われてのヒューマンエラーが無いようにするのが一番ではないでしょうか？

次世代の将来像に描く夢は？

石川：厳しい話はこの程度で納め、ケーシング立坑技術の今後の発展性に話題を移しましょう。ケーシング立坑工法の最大の強みは、何と言っても補助工法なしでほとんどの地盤を掘削できることです。掘削深度の増大もさることながら、掘削径の長大化も確実に進んでいます。また、掘削方向を鉛直下方のみならず、斜め下や水平方向も可能かもしれません。そうすれば、今までできなかった何かが、簡単にできるようになるかもしれません。現有の技術レベルを出発点として、5年程度先をみた当面の目標をどこに置いてみたいか、さらに次世代の将来像としてどんな夢が描けるか、如何ですか。



さらなる大深度・大口径を

原田：硬質土・岩盤での作業効率向上およびさらなる大深度・大口径立坑築造技術への挑戦を目標としています。

防災対策や 生活用水の貯留タンクの設置

栗山：今、私どもでは、PIT工法の下水道以外の用途の開拓に取り組んでおりまし。今回、報文で御紹介いたしましたがこれは、気仙沼市で津波被害にあった魚の加工場の浄化槽の復旧工事で原水ポンプ槽を外付けで設置した事例であります。此处は海岸に近く、砂質の軟弱な地盤で少し掘ると海水が出てくるような場所で、PIT工法によりFRPのタンクを設置し原水ポンプ槽としものです。このほかにも、密集市街地の防災対策として、重機の搬入が困難な地域での初期消火用水や生活用水の貯留タンクの設置等をFRPメーカー共同で取り組んでいる所です。

立坑を掘削して水平にそのまま推進

西尾：現有機は、あくまでも下水道用

ケーシング立坑を構築する仕様のものです。

現在機的能力の延長線上では、既設マンホールの改築、浸透ますの設置などへの用途利用はあり得ると思います。下水道分野以外では、一部基礎工事での使用例などもありましたが、採算ベースでは、なかなか難しい面があります。将来的には、親子シールドと同様な発想で、立坑を掘削して90度曲って、推進管を敷設する様なシステムや推進しながら管を造成することが可能となるかもしれません。

ケーシングの肉薄化、 将来的には立坑レス

青木：コウワ工法では、従来からケーシング厚さの低減に取り組んでおります。これによりさらなるコストダウンを図ります。また、推進側からは、立坑レスの工法が求められると思います。精度にこだわらなければ現在も実用化されていますが、下水本管のように高精度を要求される場合には、新たな工法開発が必要ですし、5年後には無理かもしれません。現実的な目標としては、推進の足を引っ張らない立坑です。さきほどの簡易立坑もそうですし、ケーシング立坑では、現在のコウワ工法でも

施工できないような悪条件で施工可能な工法の開発が考えられます。

改築推進用に 既設マンホールを直接切削を

丹羽野：すでに開発が進んでいるようですが、ケーシング立坑を縦推進と考えるならば既設マンホールを直接掘削しながら立坑ができれば、改築推進の現場において非常に有利になると思います。

最後に

石川：本日、皆様方には多少耳障りな、厳しい問いかけも敢えてさせて頂きましたが、真摯なお話を頂き、ありがとうございました。とにかく、現在、鋼製ケーシング工法、全盛期の感がありますが、必ずしも推進側からはその全貌が伺えないのも事実です。本日の場を契機に、互いの理解と協調が少しでも進めば幸いです。今後、ケーシング工法技術の進展を心から祈念いたします。改めまして、本日の座談会への参加、誠にありがとうございました。