

国土技術開発賞 二〇周年記念大賞受賞

開削工事における道路上掘削幅縮小技術

第4回 国土技術開発賞 最優秀賞受賞

〔受賞者〕 株式会社関電工

いぐち まさゆき

〔本稿執筆〕 井口 昌之

「国土技術開発賞 二〇周年記念大賞」は、国土技術開発賞創設 20 周年を記念し、第 1 回～第 19 回に表彰した技術の中から、特に優れ今後の建設技術開発分野の模範となる技術を表彰したものです。厳正な審査の結果、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞 8 件、国土技術開発賞 二〇周年記念創意開発大賞 8 件が表彰されました。

詳しくは、<http://www.jice.or.jp/review/awards> をご覧ください。

以下に、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞を受賞した「開削工事における道路上掘削幅縮小技術」を紹介します。

使用する建設材料および騒音・振動などが代表的なものとして挙げられる。中でも建設副産物の処分は、最終処分場の逼迫から首都圏においては緊急の課題となっている。したがって、建設産業が、自然環境および社会環境との共生を目指すためには、建設工法やリサイクルなどを創意工夫して、環境負荷に影響を与える項目を最小化することが極めて重要である。

これらの問題を少しでも抑制するため、工事規模縮小、工事期間短縮、掘削・埋戻し土量の減量化による環境保全および建設コストの低減を図ることを目的に、開削工事における掘削幅縮小技術“ゼロスペース工法”を開発し実用化した(図-1)。

本稿では、工法の開発概要を述べるとともに、成果の普及への取り組みについて紹介する。

1. はじめに

建設産業が環境負荷に与える影響には、施工時に発生する建設副産物(建設発生土・建設廃棄物)、

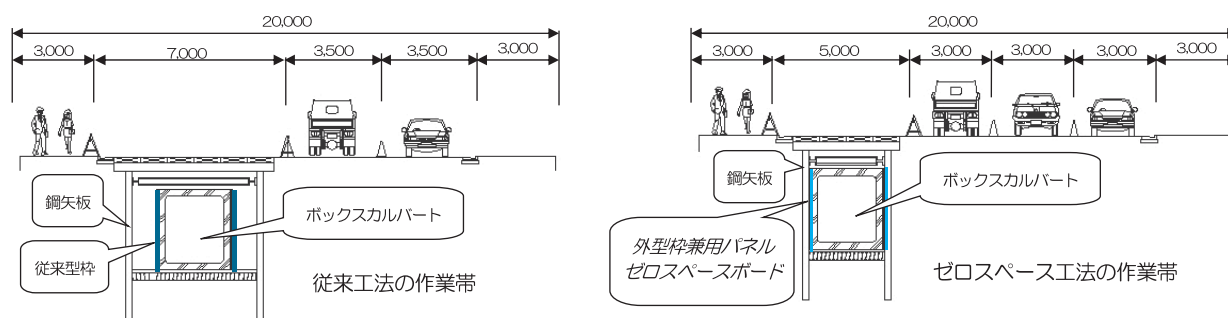


図-1 ゼロスペース工法の路上工事規模比較

2. 工法の概要

現場打ちによる開削ボックスカルバートの施工方法は、土留め杭内側の土を掘削した後、躯体コンクリートを打設するための外型枠を設置し、打設後撤去する作業スペース（以下、「余掘り」という）として 80 ～ 150 cm 取って施工を行っている。その場合、構築する構造物に沿って両側に余掘りを設けるため、掘削幅は、構造物の幅より 160 ～ 300 cm 大きく開削する必要があった。

ゼロスペース工法は、土留め杭内側の土を掘削した後、本体の一部として機能し、外型枠の役目を有する水密性かつ非腐食性パネル（以下、「ゼロスペースボード」という）を土留め杭に近接して建込む。引続き内側に内型枠を設けてコンクリートを打設し、コンクリートとゼロスペースボードとを地中に一体化させておき、埋戻し後、土留め杭を引抜く工法であり、余掘りをゼロに近くし、土留め杭等の仮設材料を地中に残さず、開削幅、さらには作業帯範囲を縮小して施工可能となる（図－２）。

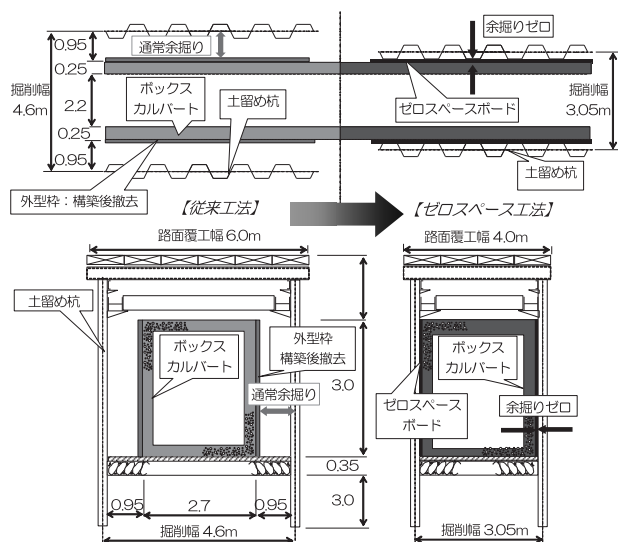


图-2 工法概要比較

3. ゼロスペース工法で実証した 検討内容

(1) 課題

土留め杭を撤去する条件で余掘りを無くす工法開発における課題は、土留め杭引抜き力を把握することと、土留め杭引抜き時のボックスカルバートの健全性を評価することであった（図－３）。具体的には、ゼロスペースボードの効果により、従来工法の土留め杭引抜き力以下となること、かつボックスカルバートに悪影響を与えないための条件として、鋼矢板引抜き時においても構造物が安定していること、構造物の部材にひび割れが発生しないことを評価することである。

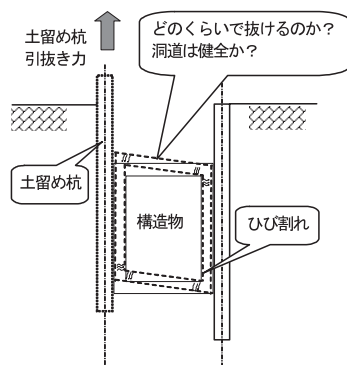


図-3 土留め杭引抜き時の課題

(2) 検討方針

上記課題を克服するための目標を設定するために、事前に3次元弾性FEM解析を行った。その結果、工法開発の目標として、鋼矢板とゼロスぺースボード間のせん断強度に着目し、目標値 $\tau = 0.05 \text{ N/mm}^2$ (安全率 3) 以下を設定した。

検討手順は、一面せん断試験による目標せん断強度に対する評価（写真－１）、遠心模型実験による従来工法とゼロスペース工法の土留め杭引抜き荷重および土留め杭引抜きによるボックスカルバートへの影響の比較検証（写真－２）、実規模実験による施工性の確認（写真－３）を段階的に実施した。



写真-1 一面せん断試験 写真-2 遠心模型実験

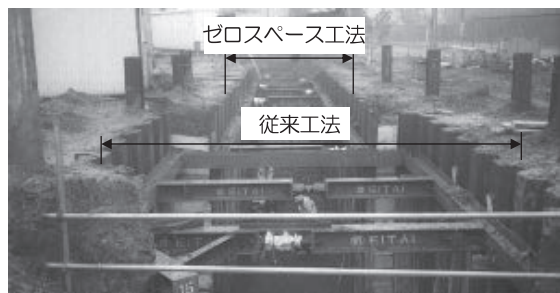


写真-3 実規模実験 (関電工技術研究所)

(3) 試験結果

土留め杭引抜き時のボックスカルバートの健全性を評価するために、一面せん断試験結果を基本とし、遠心模型実験、実規模実験での土留め杭引抜き荷重からせん断応力を算定し、水平方向応力と土留め杭引抜き時に発生するせん断応力の関係を把握した(図-4)。また、実規模実験での鋼矢板引抜きによって構造物に作用する最大引張り

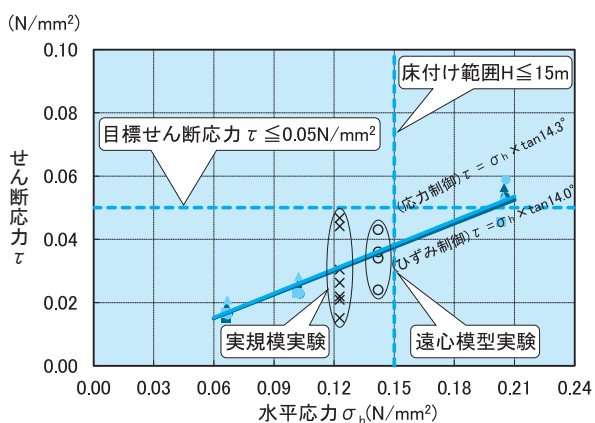


図-4 水平方向応力とせん断応力の関係

ひずみは、コンクリートのひび割れ発生ひずみ 150μ に対し、 20μ と極めて小さく、ボックスカルバートに影響を与えないことが判明した(表-1)。

表-1 実規模実験での内空変位、最大ひずみ

	従来工法 (余掘りあり 15 データ)	ゼロスペース工法 (余掘り無し 17 データ)
最大内空変位	0.08 (伸び) mm	0.09 (伸び) mm
最大ひずみ	10μ (引張り)	20μ (引張り)

4. ゼロスペース工法の環境負荷低減効果

ゼロスペース工法は、「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針(1998.4)」(公共工事費の10%削減)を目指して工法開発に着手したが、公道上で使用する工法であるため、道路管理者の許認可が必要と考えた。許認可については、東京都の工法評定(10 建道管監第 321 号)を取得した。その後、共同開発先である東京電力の工事での実績作りのほか、公共工事での採用を目指している。

「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」その後の「新道路整備五カ年計画(1999.5)」(道路上工事による交通渋滞を最小化する技術の開発)については、図-1, 2により視覚的に工事数量減量化によるコスト縮減や道路占用幅の縮小による工事渋滞が緩和されることを理解していただいた。また、「循環型社会形成推進基本法(2000.6)」(建設リサイクル法, 3R)の対応についても視覚的に工事数量減量化をダンプトラック台数で表現した。

掘削幅縮小によるゼロスペース工法で施工した場合の具体的な環境負荷低減効果である建設副産物と建設材料の減量化について、特に効果の大きい掘削残土処理量と埋戻し量を東京電力での施工実績(2,000 mを図-2 断面で検討)をもとに試算し、それぞれ大型ダンプトラック台数に換算した結果を図-5に示す。また、現在の掘削土の処分場や埋戻し用砂購入場所までが工事現場から約

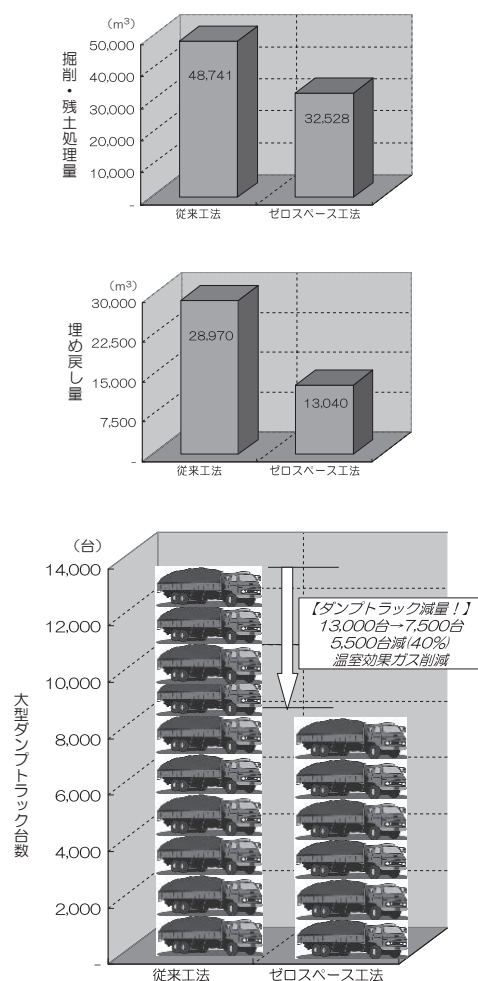
60 km の距離にあることから、CO₂ 排出量についても試算した（軽油の CO₂ 排出係数 2.60 kg-CO₂ /ℓ、トラックの燃費 4 km/ℓ）。

ゼロスペース工法による大型ダンプトラックの減量台数 5,500 台、ダンプトラックの軽油使用量 15ℓ / 台より、以下になる。

CO₂ 排出量

$$= 5,500 \text{ 台} \times 15 \text{ ℓ / 台} \times 2.60 \text{ kg-CO}_2 / \text{ℓ}$$

$$= 214,500 \text{ kg-CO}_2 = 214.5 \text{ t-CO}_2$$



図－5 環境負荷低減効果

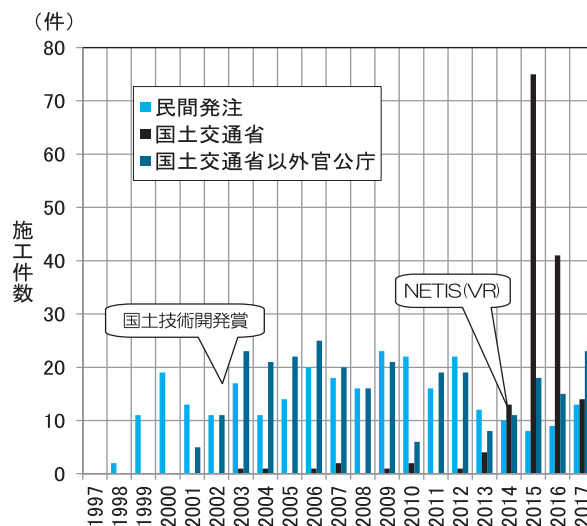
5. 普及への取り組みと施工状況

(1) 普及への取り組み

ゼロスペース工法は、建設コスト縮減と環境に配慮した工法であるため施工会社よりも発注者や設計者が注目する工法であると考えた。

そこで、官公庁や民間の発注者、設計コンサルタントが普段購読している雑誌への投稿や官公庁も民間が開発した新しい技術を募集する「新技術情報登録システム (NETIS)」への登録も積極的に行った。

NETIS については、VR (継続調査) となった 2014 年度より国土交通省での採用が急増していることから、新工法開発後の工法普及には、非常に有効なシステムと言える (図－6)。

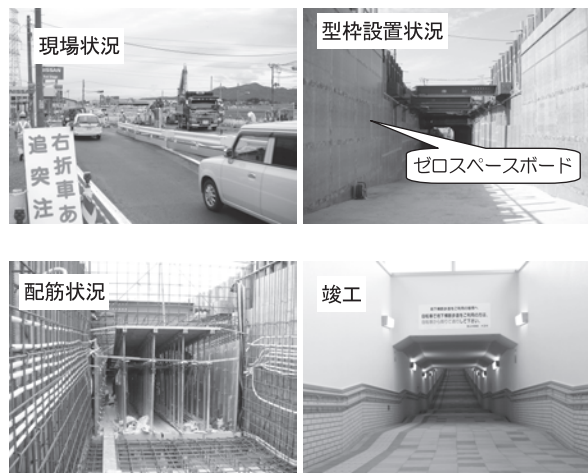


図－6 施工件数 (発注者別)

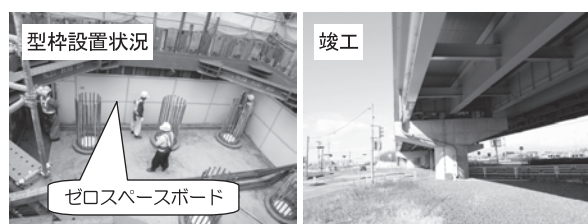
(2) 施工状況

ゼロスペース工法は、神奈川県厚木市内の管路工事 (東京電力発注 1998.5) において、実現場に初めて適用した。その後、東京電力や中部電力 (マンホール、洞道)、JR 東日本等の民間工事で 280 件、国土交通省等 (水路、地下歩道、橋脚下部工) の公共工事で 115 件、農林水産省他の公共工事で 260 件の施工実績となり、土木技術としては標準化され普及された工法となっている。

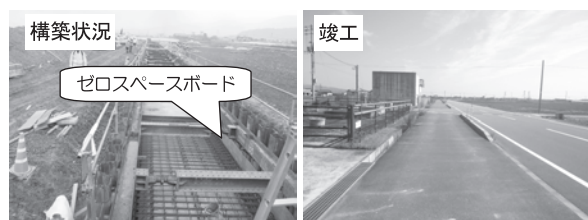
主な公共工事での施工事例を写真－４～８に示す。



写真－４ 東地下歩道工事（東北地方整備局）
CORINS 登録 No.07001135-1187-8451R



写真－５ 安養寺跨道橋下部工事（関東地方整備局）
CORINS 登録 No.10000590-4001654771



写真－６ 吉野川下流域農地防災事業（中国四国農政局）



写真－７ 準用河川越戸川バイパス築造工事（宇都宮市）



写真－８ 日野増圧ポンプ所非常用自家発電機棟築造工事（東京都水道局）

6. おわりに

ゼロスペース工法は、従来の施工方法を環境改善の視点から抜本的に見直しを図った工法であり、環境負荷低減かつ建設コストの縮減をも可能としている。工法開発後の「新技術情報登録システム（NETIS）」への登録や技術専門誌への投稿により、ゼロスペース工法が普及されたことが、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞の受賞につながったものと考えている。

【参考文献】

- 1) 山崎 剛, 佐脇武吉, 井口昌之: 鋼矢板土留め壁の引抜きを伴う開削洞道等における掘削幅縮小工法, pp.67-73, 土木施工, 2000.11
- 2) 山崎 剛, 井口昌之, 馬場靖史, 日下部治: 開削工事における路上掘削幅縮小技術の開発, pp.47-54, トンネルと地下, 2001.8
- 3) 井口昌之, 山崎 剛, 日下部治: 開削工事における路上掘削幅縮小技術「ゼロスペース工法」, pp.61-68, 土木建設技術シンポジウム 2002, 2002.5
- 4) 建設総合ポータルサイト けんせつ Plaza
<http://www.kensetsu-plaza.com/pict/464620/catalog.pdf>