

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」

井口 昌之¹・山崎 剛²・日下部 治³

¹正会員 工修 (株)関電工 技術研究所 (〒108-8533 東京都港区芝浦 4-8-33)

²正会員 東京電力(株) 工務部 地中送電G (〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-3)

³正会員 Ph.D. 東京工業大学大学院教授 土木工学専攻 (〒152-0033 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

開削ボックスカルバート工事では、掘削幅≒構造物幅を環境にとって望ましい姿と考えた場合、一般的に掘削幅が構造物幅よりも大きく、掘削および道路上作業帯の作業範囲が広がっているのが現状である。そこで、本体の一部として機能し仮設時においては外型枠の役目を有するパネルを開発し、土留め壁の引抜きを伴う鋼矢板土留め工法を対象として、現場打ちボックスカルバートの構築に必要な掘削幅を最小化する施工方法を実用化した。本文では、工法を実用化するために課題となった外型枠兼用パネルの材料特性および鋼矢板引抜き力の把握、鋼矢板引抜き時のボックスカルバートの健全性評価を確認するための各種試験（一面せん断試験、遠心模型実験、実規模実験）成果を述べるとともに、本工法における土留め壁引抜き荷重の予測について報告する。

キーワード：ゼロスペース、外型枠兼用パネル、鋼矢板土留め壁引抜き、路上工事縮減、環境負荷低減

1. まえがき

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）、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にすることが極めて重要である。現在、独立行政法人土木研究所を中心に「外部コストを組み入れた建設事業コストの低減技術の開発」（平成10年～14年）が重点研究プロジェクトとして取り組まれているが、その1テーマとして環境負荷低減技術の開発についても推進されている。

現状の開削ボックスカルバート工事では、掘削幅≒構造物幅を環境にとって望ましい姿と考えた場合、一般的に掘削幅が構造物の幅よりも大きく、作業範囲が広がっている。このため必要以上に環境に与える負荷として、建設副産物、建設材料が増大する事が挙げられる。加えて、道路上での工事となる場合、多くは埋設物が輻輳したり、制約された作業時間帯での夜間工事となるため、工事も複雑化し工事期間も長期化することから、近接する住居に対する騒音・振動の長期化、作業帯による交通渋滞および渋滞時に発生する二酸化炭素(CO₂)、窒素酸化物(NO_x)等の排出量の増加が否めない状況にある。特に、国土交通省で示されている「新道路整備五箇年計画」¹⁾のうち、平成13年度道路政策のポイントにおいても

路上工事の影響を最小化することが重要視されている。

2. 工法のねらい

これらの問題を少しでも抑制させるため、工事規模の縮小、工事期間の短縮、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、土留め壁の引抜きを伴う鋼矢板土留め工法を対象として、現場打ちボックスカルバートの構築に必要な掘削幅を最小化する施工方法（以下、ゼロスペース工法と呼ぶ）を開発し実用化した(図-1)。

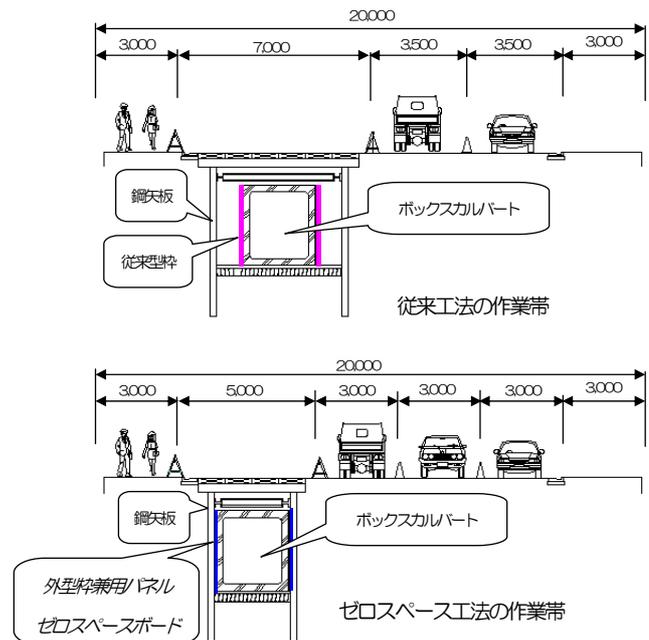


図-1 ゼロスペース工法の路上工事規模比較

3. 工法の概要

(1) 工法の特徴

現場打ちによる開削ボックスカルバートの施工方法は、土留め壁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、余掘りとする）として80～95cm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160～190cm大きく開削する必要があった。

ゼロスペース工法は、土留め壁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呼ぶ）を土留め壁に近接して建込む。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、土留め壁を引抜く工法であり余掘りをゼロに近くし、土留め等の仮設材料を地中に残さず、開削幅、更には作業帯範囲を縮小して施工を行えるものである（図-2）。

このゼロスペースボードは、コンクリートと一体化することで側壁部のひび割れ発生強度および水密性を向上させる機能を有すると共に、非腐食性であり、土留め壁とボードの摩擦抵抗が少なく、土留め壁引抜きによるボックスカルバート本体への悪影響を低減できる。また、コンクリート打設時に変形しない型枠として必要な強度も有することを特徴としている。

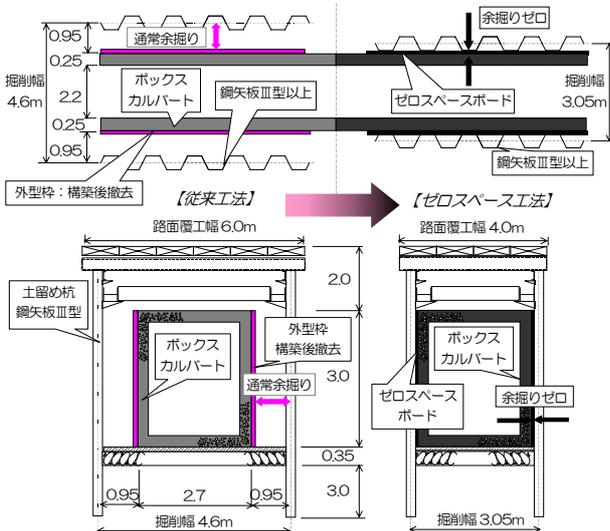


図-2 工法概要比較

(2) 適用条件

ゼロスペース工法は、掘削幅が推進施工用設備設置スペースで決まる等の場合を除いた、ボックスカルバート幅と外型枠設置・撤去のための作業用スペースとなる余掘り幅で決定される工事で、かつ図-3のフローに示す土留め設計の考え方に合致した工事における適用が効果的となる。

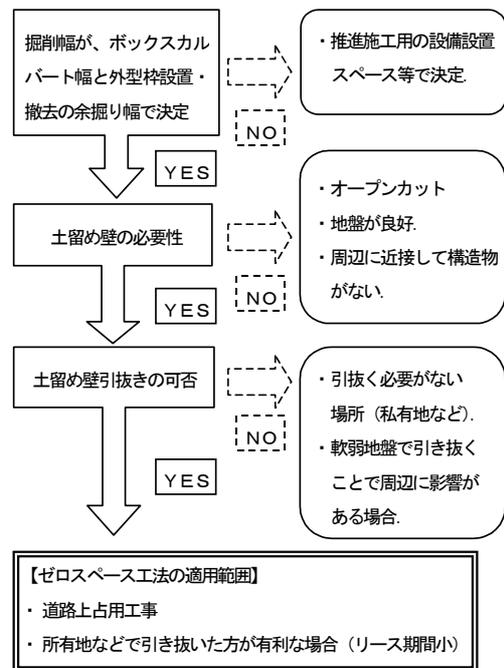


図-3 適用条件

4. 工法開発の手順

余掘りを縮小する手段としては、鋼矢板を引抜かずに残置する方法もあるが、「建設工事公衆災害防止対策要綱」²⁾によれば、土留め壁として用いられる鋼矢板については撤去することが原則であり、加えて行政指導として木材等の腐食物についても撤去が基本となっているため、道路上占用工事の適正な工法として認知されたい状況であると考えた。

そこで、鋼矢板および木材等の補助材を全て撤去する条件で余掘りを無くす工法開発に取り組むこととした。最も着目したものは、ボックスカルバート本体の一部を構成するゼロスペースボードに求める性能の再評価ならびに要求性能を満たす材料の開発であった。

(1) ゼロスペースボードの要求性能

- ゼロスペースボードに対する要求性能を以下に示す。
- ①道路占用物件として構造物と一体化して地中に残すため、道路管理上問題とならない非腐食材料であること。
 - ②コンクリート打設時にまだ固まらないコンクリートの打込み圧力に耐えられる材料であること。
 - ③コンクリート硬化後、構造物と一体となり、ひび割れ抑制効果、防水機能を向上させること。
 - ④鋼矢板引抜き時において、引抜き力が従来と同程度であるとともに、引抜き力がボックスカルバートに悪影響与えないように、鋼矢板との摩擦を確実に低減できる材料であること。
 - ⑤施工速度向上を意図した、型枠設置時の加工・施工性が容易であること。

(2) ゼロスペースボード

要求性能に基づき、①の要求性能については、現状、既に道路構造の一部として使用されている材料に関して調査を行った。まず、軽量盛土工事で使用実績を持つ「発泡ポリスチレンボード」に着目した。しかしながら、現状のままでは②のコンクリートの打込み圧力に耐えうる強度が得られないため、次に「発泡ポリスチレンボード」の両面に、道路の舗装オーバーレイ補修で使用実績を持つ「ガラス繊維シート」を貼り付けたラミネート構造にすることとした。この材料を用いて、万能試験機による4点曲げ試験を行い、耐荷性能を検証し②の要求性能を満たす材料強度であることを確認するとともに、③の要求性能であるコンクリートとの付着性、ひび割れ抑制効果、防水機能についても、曲げおよび透水試験により確認した。ゼロスペースボードは、形状寸法を $B=1,820 \times L=910 \times t=10\text{mm}$ とした。次に、工法を成立させるために重要ポイントとなった④、⑤の要求性能に関する検討を以下に示す。

5. ゼロスペース工法で実証した検討内容

(1) 課題

鋼矢板を撤去する条件で余掘りを無くする工法開発における課題は、鋼矢板引抜き力を把握することと、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-4)。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躯体が安定していること、躯体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った。

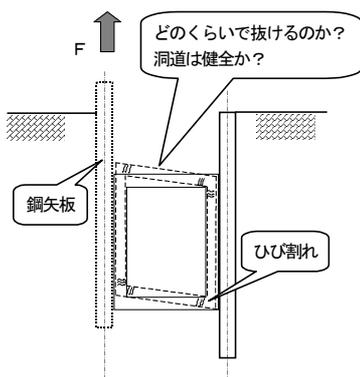


図-4 土留め壁引抜き時の課題

(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、鋼矢板とゼロスペースボード間のせん断強度に着目し、目標値 $\tau = 0.05\text{N/mm}^2$ 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、遠心模型実験による従来工法とゼロスペース

ス工法の土留め壁引抜き荷重および土留め壁引抜きによるボックスカルバートへの影響の比較検証を行うとともに、実規模実験による施工性の確認を段階的に実施した。

(3) ゼロスペースボードのせん断強度

実現場では、鋼矢板とゼロスペースボード間に土圧またはコンクリート打設圧による水平方向応力が作用した状態での鋼矢板引抜きとなる。そのため、水平方向応力と土留め壁引抜き時に発生するせん断応力の関係を把握する必要がある。そこで、一面せん断試験を実施した。

a) 一面せん断試験装置

一面せん断試験では、土質試験で用いられる一面せん断試験装置の下部せん断箱に円形に切り出したゼロスペースボードをはめ込み、上部せん断箱に壁材を模擬した鋼板で垂直応力(実現場で作用する水平方向応力)を受ける構造とした。せん断箱近傍の試験装置を図-5に示す。

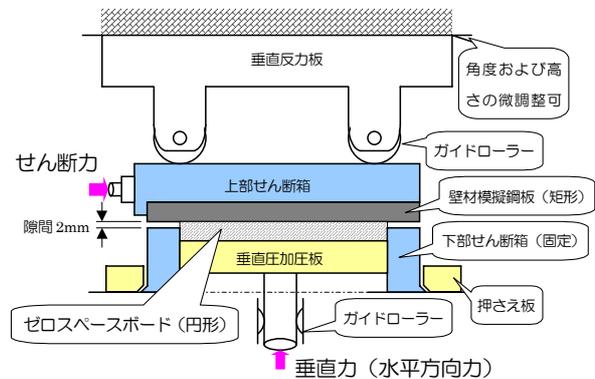


図-5 せん断箱近傍の模式図

b) 試験条件

試験条件として、ゼロスペースボードと土留め壁の接触面積による相違点を把握するため供試体直径を3種類、垂直応力は、現場で作用する水平方向応力に対応するように $\sigma_H = 0.065, 0.1, 0.2\text{N/mm}^2$ 相当、また、実現場における引抜き挙動との比較のため、せん断制御方式(ひずみ制御、応力制御)を変えて試験を実施した(表-1)。

表-1 一面せん断試験条件

型枠材の種類	ゼロスペースボード
供試体直径	$\phi 60, 100, 150\text{mm}$
垂直応力 σ_H	$0.065, 0.1, 0.2\text{N/mm}^2$
せん断方法	定圧せん断; ひずみ制御, 応力制御

c) 試験結果

一面せん断試験より得られた供試体直径を変えた試験結果を垂直応力(水平方向応力)とせん断応力の関係として図-6に示す。

この結果、ゼロスペースボードは、せん断制御方式および供試体サイズによる差異は見られない材料であることが確認された。また、ゼロスペース工法の適用深度と考える床付け $GL-15\text{m}$ 程度までは、目標せん断強度 $\tau = 0.05\text{N/mm}^2$ を下回っていることが確認できた。

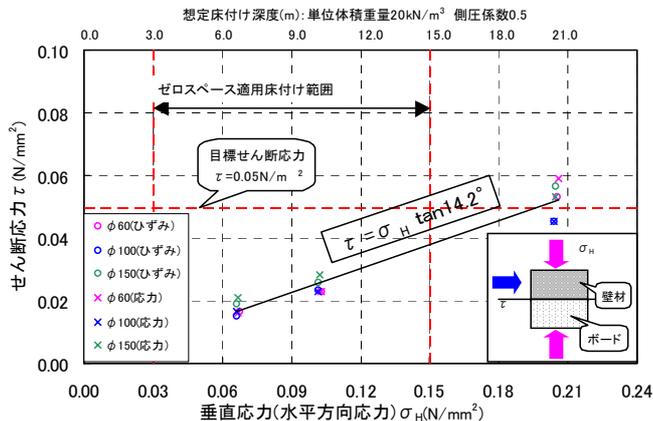


図-6 一面せん断試験結果

(4) 遠心模型実験

実験に用いる模型は、後に行う実規模実験の従来工法とゼロスペース工法の施工を模擬して、実物寸法は幅 B2,700×高さ H3,000×長さ L6,000mm とした。

境界条件としては、ボックスカルバート模型は一方の端部では鉛直方向のみにスライドし、鉛直変位を許し、他の変位、回転は許さない条件とした。またもう一方の土留め壁が接触する端部ではフリーの条件とした。

実験では引抜き荷重～変位関係を詳しくみるため、ひずみ速度一定の方式で引抜きを実施した。

a) 遠心力载荷装置

遠心力载荷装置は、プラットフォームまでの回転半径 R=2.6m, 最大 250G まで载荷可能である。遠心容量は約 100G・ton である。計測は 30ch で実施し、実験中はプラットフォームに搭載されたマイクロ CCD カメラにより観察した。地盤およびボックスカルバートの変形挙動は重力場に設置された静止カメラにより追跡した。

b) 計測項目

模型縮尺は 1/30 で 30G の遠心加速度を载荷した。模型はボックスカルバートおよび土留め壁模型、周囲の模型地盤、土留め壁引抜き装置、各種センサーから構成される。土留め壁、ボックスカルバートおよび地盤の変形はガラス面を通して観測されるとともに、内空変位、各部材の縁ひずみを計測した。土留め壁引抜き力は引抜き装置に吊り下げられた引張りロードセルにより計測した。

c) 模型条件

ボックスカルバート模型はアルミ製で、部材軸方向の曲げ剛性 EI を実物相当となるように調節した。また土留め壁引抜き時のボックスカルバートの安定性評価に際し自重の影響が顕著であるため、重量についても実物相当となるように調節した。

土留め壁は鋼製で、土留め壁の幅が施工で実施される土留め壁 1 枚当たりの接触幅相当となるように、土留め壁の幅を設定した。基準となる土留め壁の幅は模型では 13.3mm である。また土留め壁の厚さは軸方向の曲げ剛性 EI が等しくなるように調節して設定した。なお、土

留め壁幅については、ボックスカルバート模型の変形挙動を把握するために壁幅を 2, 3, 4 倍にしたケースでも試験を行っている。

地盤材料は、実規模実験場で採取されたローム地盤とし、攪乱状態で採取し、不攪乱（現地でのブロックサンプリング）状態での土質試験を行いそれに近い結果を与える締固め密度にして実験に使用した（写真-1）。

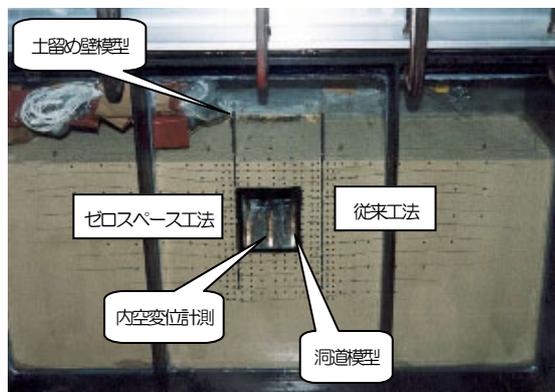


写真-1 遠心模型実験（土槽）

d) 遠心模型実験での検証結果

遠心模型実験での従来工法とゼロスペース工法の鋼矢板引抜き力を表-2 に示す。

ゼロスペース工法における土留め壁の引抜き力は、従来工法と比較して 1 割程度低減している。また、内空変位（最大 0.04mm）、縁ひずみ（最大 1.5μ）も僅かである結果が得られた。これは、開発したゼロスペースボードと鋼矢板のせん断強度が、埋戻し土と鋼矢板のせん断強度より小さいためと想定される。

したがって、ゼロスペース工法における土留め壁引抜き力が、従来の引抜き機械でも十分施工可能でありボックスカルバートの健全性について課題とならないものと予測された。

表-2 遠心模型実験土留め壁引抜き結果

	従来工法 (余掘りあり)	ゼロスペース工法 (余掘りなし)
平均引抜き荷重(kN) (荷重比率)	147 (1.08 ÷ 1.1)	136 (1.0)

6. 実規模実験工事

実規模実験では、図-2 に示す断面で、延長 35m のボックスカルバートを構築（写真-2）した。

(1) 実験概要

土留め壁引抜き力がボックスカルバートの安全性に与える影響が大きいと考えられるものが、最小長さ 6m の電力用マンホールであることから、従来工法とゼロスペース工法共に長さ 6m 毎に止水板を設けることで縁切りし、長さ 6m 相当のマンホールに模擬した実験を行っ

た。また、埋戻し後の鋼矢板引抜き力については、ロードセルを使用し計測(写真-3)した。さらに、ボックスカルバートの健全性照査のためにボックスカルバート内空変位およびスラブ、側壁、底盤に発生する歪みについても併せて計測を行った(写真-4)。



写真-2 実規模実験 (掘削幅比較)

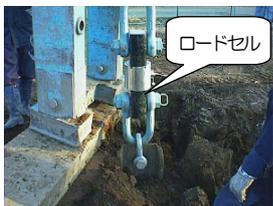


写真-3 土留め壁引抜き状況



写真-4 ボックスカルバート内部計測

(2) 実規模実験での検証結果

実規模実験での従来工法とゼロスペース工法の鋼矢板引抜き力およびせん断強度、鋼矢板引抜きによって発生したボックスカルバート内部における変位とひずみを表-3に示す。

表-3 実規模実験計測結果

	従来工法 (余掘りあり15データ)	ゼロスペース工法 (余掘りなし17データ)
平均引抜き荷重(kN) (荷重比率)	261 (1.12≒1.1)	233 (1.0)
平均せん断応力 (N/mm ²)	0.043	0.024
最大内空変位 (mm)	0.08(伸び)	0.09(伸び)
最大ひずみ (μ)	10(引張り)	20(引張り)

実験結果から、ゼロスペース工法は従来工法と同様な引抜き力で、鋼矢板が引抜き可能であることが判明した。さらに、型枠部におけるせん断強度も0.024N/mm²と目標値0.05N/mm²を下回っていると同時に、鋼矢板引抜きによって構造物に作用する最大引張りひずみは、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。

また、4.(1)に示したゼロスペース工法の型枠作業効率

については、ゼロスペースボードが従来の型枠材と比較して軽量であり加工も容易なことから施工性の向上が図れた。さらに掘削土量、残土処理量および埋戻し土量が大幅に減ることから、作業工程を短縮させることも可能であった。

7. 実工事での評価

以上の検討結果を踏まえ、神奈川県厚木市内の管路工事において、実現場に初めて適用した。ゼロスペース工法は、一般的な従来工法のボックスカルバートと同様な施工手順となるが、ここでは、施工上特に留意すべき工種について、同現場での施工を例に示す。

(1) 工事概要

本工事は、変電所の更新に伴い管路を建設するものである。地質は、上位よりGL-2mまでが埋土、GL-4.2mまでが腐植土、GL-5.9mまでがシルト、それ以下は砂混じりシルトとなっている。地下水位はGL-0.9mである。ここに、土被りGL-0.8m~2.2m、幅1.8~3.8m、高さ2.5m、延長28.5mのボックスカルバートを構築するのである。図-7に開削ボックスカルバートの平面図を示す。また、施工フローを図-8に示す。

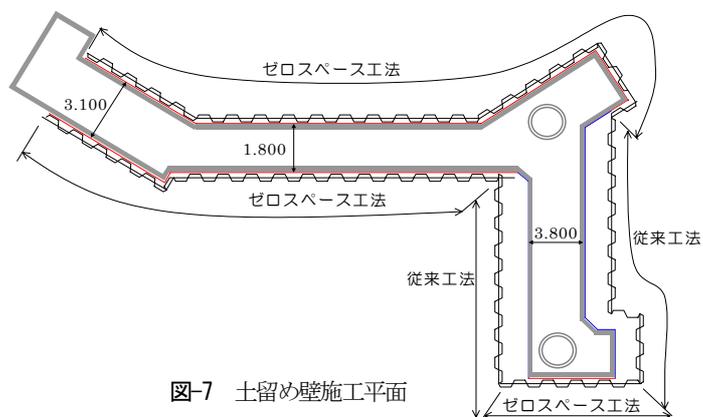


図-7 土留め壁施工平面

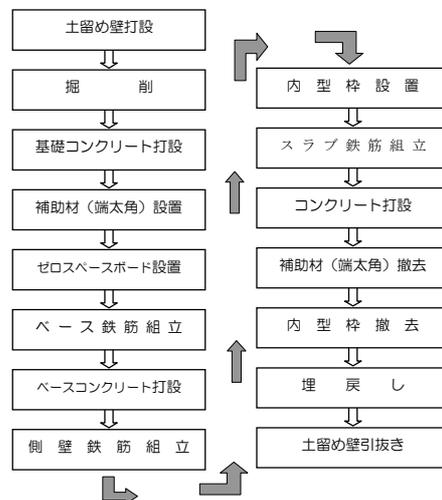


図-8 施工フロー

a) 土留め壁の打設

土留め壁の打設は、圧入方式で行った。ゼロスペース工法では、土留め壁の打設精度が極めて重要な管理項目となる。そのため、事前に実現場での土留め壁の打設精度の調査(図-9)を行っているが、その結果、全体(n=1,080枚)の90%の鋼矢板が設計打設線に対し、床付け部で±50mm以内の精度で打設されていることが判明した。そこで、設計および現場施工にあたっては、打設誤差として+50mm考慮している(構造物側壁と掘削側土留め壁面からの離隔)。施工管理では、定規・水糸・トランシット・マグネット式水平器を用いて、土留め壁の鉛直性に留意しながら施工した。

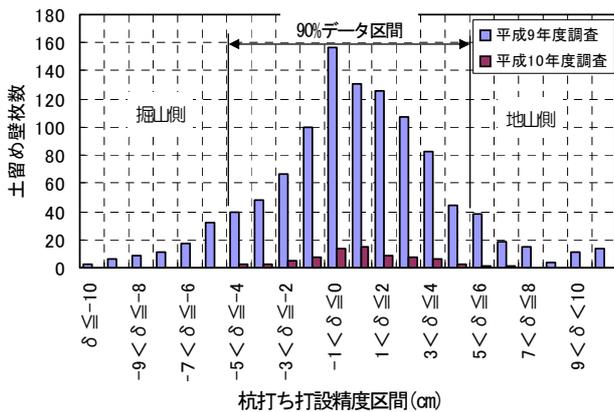


図-9 杭打ち精度調査 (土留め壁 1,080 枚)

b) ゼロスペースボード設置

ゼロスペースボードの設置に先立ち、ボードの鉛直性を保持するために補助材(端太角)を設置する。この補助材は、型枠材にコンクリート打設圧が作用しても変形しない間隔とし、中心間距離 30cm 以内とする。また、補助材は、埋戻し前に撤去できるように、設置方法を工夫した。ボードは、カッターナイフ等で容易に切断可能であるとともに、軽量であることから従来の木製型枠に比べ早く施工できることを確認した(写真-5, 6)。

c) 本体構築

型枠および配筋状況を写真-7に示す。このように、余掘りを省略した施工が可能となる。

d) 補助材撤去

ゼロスペース工法の大きな特徴である、地中内に腐食物を残さないために、ゼロスペースボード設置時の補助材を埋戻し前に撤去する。補助材撤去後のボックスカルバートの状態を写真-8に示す。

e) 埋戻し

鋼矢板とゼロスペースボードの間に発生する狭隘な埋戻し部には、一般的な山砂を水締めにより埋戻しているが、今後、更なる環境保全を図るため、リサイクル材である再生砂や発生土を利用した流動化処理土(写真-9)の適用は有効であると考えられる。

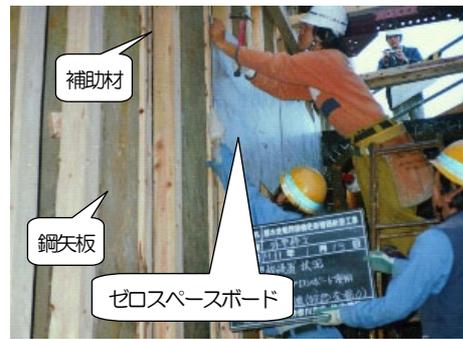


写真-5 ゼロスペースボード設置状況



写真-6 補助材設置状況



写真-7 構築状況



写真-8 構築完了



写真-9 埋戻し状況 (流動化処理土)

(2) 土留め壁引抜き荷重の予測

土留め壁を引抜くためには、引抜き抵抗力ΣFより大きな力を加える必要がある。土留め壁（鋼矢板）の引抜き抵抗力ΣFは、鋼矢板と土の付着力、鋼矢板のセクション抵抗、鋼矢板の重量の力が合成されたものと考えることができる³⁾。ゼロスぺース工法では、さらに、鋼矢板とゼロスぺースボードのせん断応力を考慮する必要がある。ここでは、実規模実験および実工事での引抜き荷重計測結果より、引抜き荷重を照査するとともに予測する。ただし、鋼矢板のセクション抵抗は、錆、土砂の付着、形状変化の影響が複雑であるため評価しない。

a) 土留め壁引抜き荷重

現場計測では、ゼロスぺースボードと接している鋼矢板の両側の鋼矢板を先に引抜き、ボードと接している鋼矢板を単独で引抜くことで、計測される引抜き荷重は、地山・埋戻し用砂・ボードの付着力および鋼矢板自重の条件となる(図-10a)。厚木市で行った計測結果を表-4に、代表的な引抜き荷重の経時変化を図-11に示す。

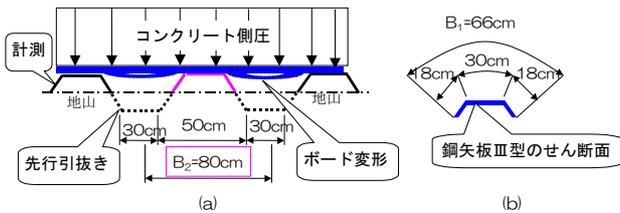


図-10 鋼矢板の状態とボードの荷重分担

表-4 土留め壁引抜き計測結果（鋼矢板Ⅲ型）

No.	付着要素項目	総引抜き力 (kN)	杭全長 (m)	地上部の杭長 (m)	土中の杭長 (m)	予測値 (kN)
1	型枠・地山・砂	173.520	8.17	0.30	7.87	306.204
2	型枠・地山・砂	265.100	8.08	0.30	7.78	305.093
3	型枠・地山・砂	241.000	7.41	0.30	7.11	275.454
4	型枠・地山・砂	212.080	7.52	0.30	7.22	283.961
5	型枠・地山・砂	226.540	7.43	0.30	7.13	281.781
7	型枠・地山・砂	347.040	8.06	0.30	7.76	300.725
8	型枠・地山・砂	332.580	8.19	0.30	7.89	310.575
9	型枠・地山・砂	303.660	7.90	0.30	7.60	299.682
10	型枠・地山・砂	313.300	7.96	0.30	7.66	305.740
11	型枠・地山・砂	294.020	7.91	0.30	7.61	305.493
12	型枠・地山・砂	226.540	7.97	0.30	7.67	310.880
平均値		266.853	7.87	0.30	7.57	298.690

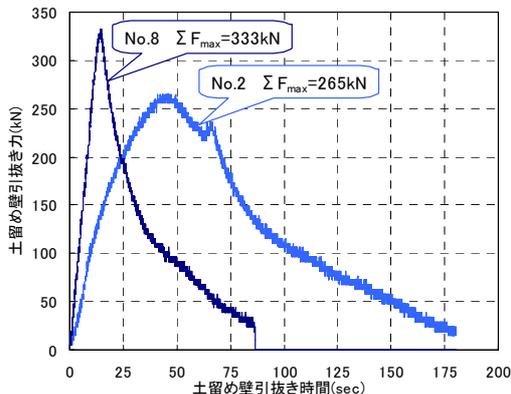


図-11 土留め壁引抜き力～経時変化関係

b) 土留め壁引抜き時の荷重分布

計測された引抜き荷重は、式(1)のように考えることができる。想定される荷重分布を図-12に示す。また、土質物性についてもあわせて記載した。

$$\Sigma F = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + W_P \quad (1)$$

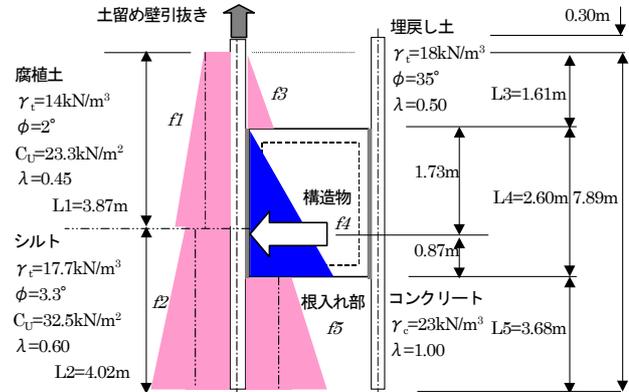


図-12 土留め壁引抜き時の荷重分布 (No. 8)

c) 土留め壁のせん断面およびせん断応力τの推定

当該現場での土留め壁引抜き時には、鋼矢板に土塊の付着は見られなかった。そこで、鋼矢板と地山および埋戻し土のせん断面を図-10bに示す。

土留め壁引抜き時の周辺地盤の応力状態は、急速なせん断状態となっており、非圧密非排水条件での三軸圧縮試験による強度定数の適用が考えられる。そこで、現場での土質試験結果より式(2)とした。

$$\tau(z) = C_u + \sigma_H \times \tan \phi \quad (2)$$

ゼロスぺースボード設置部については、図-6 図中に示した一面せん断試験で得られた式(3)を用いる。

$$\tau = \sigma_H \times \tan 14.2^\circ \quad (3)$$

また、コンクリート打設時にボードに若干たわみが観察されたことから、コンクリート幅 80cm 分をボードが負担するものとした (図-10a)。

d) 土留め壁引抜き力の予測

土留め壁と地盤が接している部分の荷重については、鋼矢板のせん断面積と地盤のせん断応力の積であり式(4)、ボード設置部については式(5)とした。

土留め壁引抜き力の予測値を表-4に示したが、十分満足する結果が得られた。

$$\begin{aligned} \text{地盤部 } f_n &= [\tau] \times L_1 \times B_1 \quad [\sigma_H \times \tan \phi + C_u] \times L_n \times B_1 \\ &= [(\lambda \times \gamma_t \times L_n \times \tan \phi) / 2 + C_u] \times L_n \times B_1 \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{型枠部 } f_4 &= [\tau] \times L_4 \times B_2 \\ &= [(\lambda \times \gamma_c \times L_4 \times \tan \phi) \times 2 / 3 \times 80 / 30] \times L_4 \times B_2 \quad (5) \end{aligned}$$

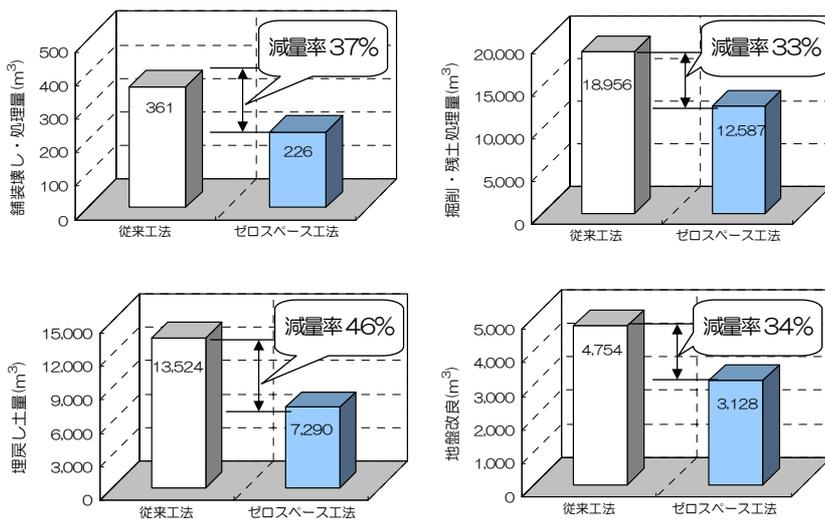


図-13 環境負荷低減効果



写真-10 親杭横矢板土留め形式への適用

8. 現在までの環境負荷低減効果

(1) 施工実績

鋼矢板土留め工法を対象に開発したゼロスペース工法は、平成10年5月より現場適用し、平成13年12月迄の約3.5年間で、東京電力株のボックスカルバート・マンホール工事で61件(総延長600m)で現場適用がなされ工法として標準化、定着化している。さらに、中部電力のボックスカルバート工事⁴⁾でも採用されているとともに電力系以外の発注者の工事に適用されており、工法として着実に普及してきている。

(2) 環境負荷低減効果

路上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⁵⁾である建設副産物と建設材料の減量化について、東京電力株での施工実績をもとに試算した結果を図-13に示す。

以上のことからゼロスペース工法がもたらす環境負荷低減効果は次のようになる。

- ①掘削幅の縮減により、道路上作業幅が現状の約30%縮小することで舗装廃材、掘削発生土などの建設副産物で約30%、埋戻し土、底盤改良材などの建設材料で30～50%が縮小できる。更に、交通流の阻害範囲が縮小され、交通渋滞台数の削減により自動車からの排出ガスの排出量の低減が図れる。
- ②掘削規模の縮小により、道路上占用工事期間が約15%短縮され、騒音・振動発生期間の短縮、交通流の阻害期間の短縮による渋滞車両からの排出ガスの排出期間が縮小される。また総じて、近隣住民、歩行者および運転手に対して工事による利便性阻害期間が短縮される。
- ③余掘りの削減により工事費が15～20%縮減できる。

9. まとめ

以上述べてきたように、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、一般に環境負荷を低減させるためにはコストが掛ると認識されている中で、開削ボックスカルバート工事の環境負荷低減を目指し、建設副産物である舗装廃材・掘削発生土、また、建設材料である支保工・埋戻し土・底盤改良などを減量化させた結果、建設コストの縮減をも可能としている。

現在、ゼロスペース工法による環境改善効果を拡大させること目的に、親杭横矢板土留め形式への拡大適用を検討している(写真-10)。

今後は、汎用性を持つ「開削ボックスカルバート工事の環境負荷・コスト低減工法」として、広く適用されることで、社会環境にやさしい土木技術の一工法として貢献できる可能性を秘めている。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局ホームページ：
<http://www.mlit.go.jp/road/road/new5/index.html>
- 2) (財) 国土開発技術センター：建設工事公衆災害防止対策要綱の解説
—土木工事編—, p.122, 1993.2
- 3) (社) 日本建設機械化協会：仮設鋼矢板施工ハンドブック, p.293, 1972
- 4) 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河道等における掘削幅縮小工法, p.67-73, 土木施工, 2000.11
- 5) 山崎 剛, 井口昌之, 馬場靖史, 日下部治：開削工事における掘削幅縮小技術の開発, p.47-54, トンネルと地下, 2001.8