

第18回(平成28年度)国土技術開発賞

国土交通大臣表彰

表彰技術概要

- 最優秀賞
- 優秀賞
- 創意開発技術賞

下記のホームページより歴代の受賞技術も
ご覧いただけます。

(一財)国土技術研究センター(JICE)
(<http://www.jice.or.jp/>)

応募先及びお問い合わせ先

(一財)国土技術研究センター(JICE)
情報・企画部内
「国土技術開発賞」事務局

住 所：〒105-0001

東京都港区虎ノ門3丁目12番1号ニッセイ虎ノ門ビル

電 話：03-4519-5006 FAX：03-4519-5016

JICEホームページ：<http://www.jice.or.jp/>

事務局メールアドレス：kaihatsusho@jice.or.jp

(平成28年7月)



常温硬化型 超高強度繊維補強コンクリート スリムクリート工法

応募者名：株式会社大林組

技術開発者：〔株式会社大林組〕 平田 隆祥・石関 嘉一

共同開発者：宇部興産株式会社

技術の概要

超高強度繊維補強コンクリート（UFC：Ultra high strength Fiber reinforced Concrete）は、圧縮強度 150N/mm^2 以上、引張強度 5N/mm^2 以上の材料です。耐久性は 100 年と規定され、鋼繊維を用いることで、鉄筋の無い構造物を設計できます。しかし、従来の UFC は、製造上 90°C 程度の高温蒸気養生が必要で、主に工場製品の用途に限られていました。

本技術は、常温硬化型の UFC とすることで、特殊な養生が不要となり、製品製造から現場打込み（写真-1、図-1 参照）まで、幅広く用いることが可能となりました。



(a) ベッセルによる打込み

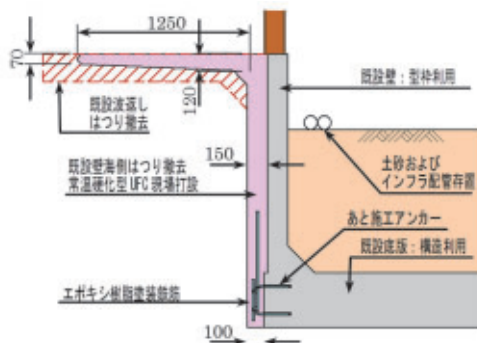


(b) 流動性とセルフレベリング性



(c) 波返し部の施工完了

写真-1 スリムクリートの現場施工の状況



既設構造物：はつり撤去（赤斜線部）
スリムクリート：波返し部（ピンク色）

図-1 護岸構造部（断面図）

技術の適用範囲

- ・コンクリート構造物全般、特に軽量・薄肉が求められる構造物
- ・塩害、中性化、凍害、摩耗等に対する高い耐久性が要求される構造物
- ・軽量化や耐久性が求められる自由な形状のコンクリート製品

技術の特徴

反応の早いエーライト量が多いセメントを用いることで、早期に緻密な組織を形成し、さらに、ポズランと反応して常温において高緻密・高強度・高耐久性を発現する材料としました。スリムクリートは、超高強度モルタルと超高強度鋼繊維から構成されます（写真-2 参照）。

本材料は、市中のレディーミクストコンクリート工場や移動式プラントで製造することが可能です。また、鋼繊維を用いているため、型枠に流し込むだけで、自由な形状の部材を施工できます。材齢 1 日で、圧縮強度は 40N/mm^2 程度となり、材齢 28 日で圧縮強度 180N/mm^2 以上、引張強度 8.8N/mm^2 以上となります（図-2 参照）。



左：超高強度モルタル（圧縮強度 200N/mm^2 ）
右：超高強度鋼繊維（引張強度 $2,000\text{N/mm}^2$ ）

写真-2 スリムクリートの構成材料

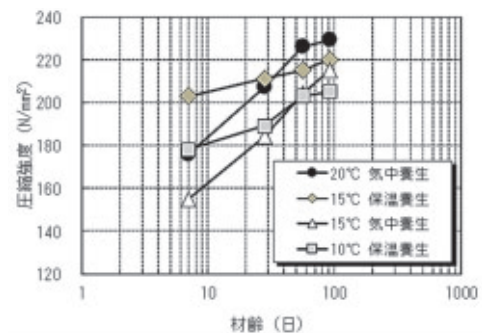


図-2 養生条件と強度発現

技術の効果

【スリム化：断面を 1/2 程度に低減】

圧縮強度は普通コンクリートの 7.5 倍、引張強度は 3 倍以上で設計でき、柱や梁、基礎杭等を含めた構造物全体を小型軽量化できます。

【施工：生産性向上】

フレッシュ時の流動性が高く、締め固め作業等の施工コストを低減できます。また、鉄筋を用いない部材が可能のため、形状の自由度が向上し、工期や労働力を削減できます。

【LCC：約 50%低減】

材料の耐久性は 100 年と高いため、維持管理の手間やコストが低減でき、メンテナンスがミニマムとなって、在来工法に対してライフサイクルコストが 50%程度となります。

【CO₂：約 50%低減】

製品の運搬が不要で、特殊な熱養生設備や熱エネルギーの省略により、従来に比べて設備投資コストが低減し、CO₂ 排出量は 50%程度削減でき環境負荷低減に寄与します。

フラップゲート式陸閘の開発

津波・高潮等による浸水時の浮力により起立する防潮壁

応募者名：日立造船株式会社／国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

技術開発者：〔日立造船株式会社〕森井 俊明・木村 雄一郎

〔国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所〕下迫 健一郎

共同開発者：早稲田大学 教授 清宮 理／京都大学 教授 間瀬 肇

国土交通省 四国地方整備局／小松島港湾・空港整備事務所／高松港湾空港技術調査事務所

技術の概要

本技術は、津波高潮などによる浸水に伴い、設備自身の浮力により自動的に開口部を閉塞するものです。本技術の施工事例を写真-1に示します。

東日本大震災では、水門等の閉鎖に関係して多くの消防団員が殉職され、今後の防災計画を考える上で大きな課題となっています。本技術は、浸水に伴う浮力を利用して開口部を自動閉塞するもので、人による操作そのものを無くすることで、課題解決をはかっています。

技術の特徴

水門等の操作に伴う危険回避方法としては、設備の遠隔操作が一般的ですが、突発的な故障や、部品交換等に伴う維持管理負担の増大が課題です。

一方、浮力を利用する方法は、これまで車両通行に対する強度確保と軽さの両立や、不安定な扉体の挙動の問題が解決できず、実用化が困難でした。

本技術ではこれらの課題を、①IT に頼らず、②自然に逆らわず、③その場にあるエネルギーを活用するというコンセプトの基、扉体内部充填材やウエイトを活用した極めてシンプルな機構により解決しています。（図-1、2 参照）

技術の効果

◆操作者の安全確保

陸閘閉鎖に人為的な操作を必要としないため、操作者が危険にさらされることがありません。

◆確実な陸閘の閉鎖

人為的な操作ミスや操作忘れ、操作遅れなどによる失敗リスクがゼロであり、かつ動力や信号も必要としないことから、地震による停電や通信インフラ被災の影響も受けません。

◆緊急時の避難を後押し

津波来襲前に陸閘を閉鎖する必要がなく、これまで陸閘閉鎖に費やしていた時間を避難や避難支援に使えます。さらに陸閘を開放した状態としておけるため、自動車による避難の邪魔にもなりません。

◆維持管理負担の縮減

耐用年数が短く、かつ突発的な故障リスクを内包する電子機器を使用しないため、部品交換などの負担を大幅に縮減します。さらに遠隔操作方式のような設備の常時監視にかかる負担もありません。



平成 25 年 5 月完成 ビルエントランス用



平成 26 年 4 月完成 徳島県日和佐港



平成 27 年 10 月完成 撫養港海岸桑島瀬戸地区

写真-1 フラップゲート式陸閘施工例

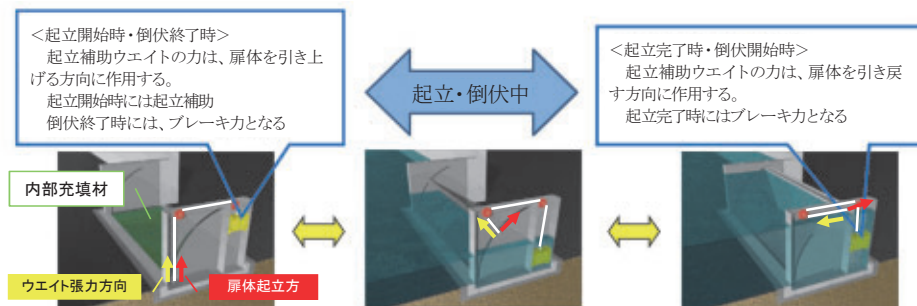


図-1 フラップゲート式陸閘の動作機構

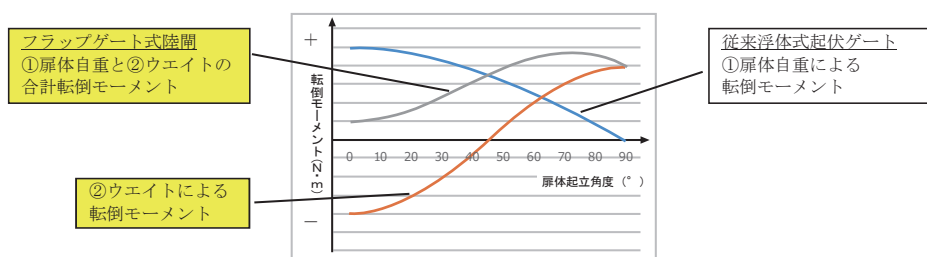


図-2 扉体起立角度と転倒モーメントの相関（扉体応答特性の改善）

都市型小変位免震構法

パッシブ切替型オイルダンパーの開発と適用

応募者名：大成建設株式会社

技術開発者：〔大成建設株式会社〕 欄木 龍大・木村 雄一

共同開発者：カヤバシステムマシナリー株式会社

技術の概要

都市部の建物密集市街地では、建物周囲に必要な 60cm 程度の免震クリアランスを確保することができず、免震構造の採用が困難な場合があります。クリアランスの低減には、ダンパーの減衰力を大きくして、免震層の変位を抑制するのが有効な方法ですが、減衰力が大きいと中小地震に対する免震性能が低下する問題点がありました。

都市型小変位免震構法では、免震層の変位が設定変位を超えると、自動的に小さな減衰力から大きな減衰力に切り替わる「パッシブ切替型オイルダンパー」を開発し、この問題を解決しました。

小さなクリアランスでも適用可能な都市型小変位免震構法を、新宿区役所本庁舎免震改修工事、他 2 件に適用しました。



新宿区役所本庁舎

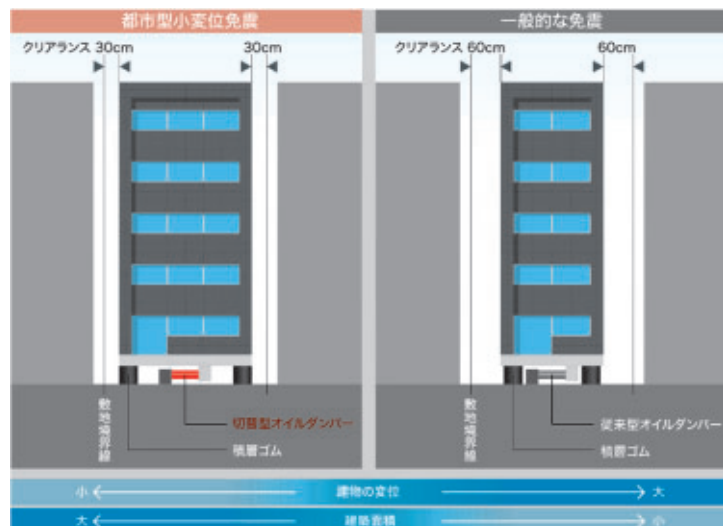


パッシブ切替型オイルダンパー

技術の効果

最小限のクリアランスで免震建物を建設できるため、一般的な免震構法に比べて、狭小敷地を有効利用することができます。

建物密集市街地における免震建物の普及に寄与し、都市の防災安全性の向上効果も期待されます。



都市型小変位免震構法と一般的な免震構法の比較

技術の特徴

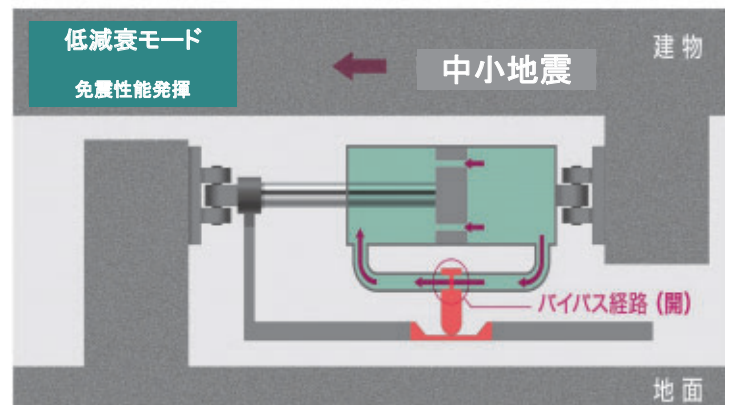
■パッシブ切替型オイルダンパー

揺れ幅が設定変位を超えると自動的に機械式のシャットオフ弁がバイパス流路を塞ぎ、大きな減衰力に切り替わります。電気などのエネルギー供給が不要な簡便な機構のため、地震時にも確実に作動する信頼性の高いダンパーです。

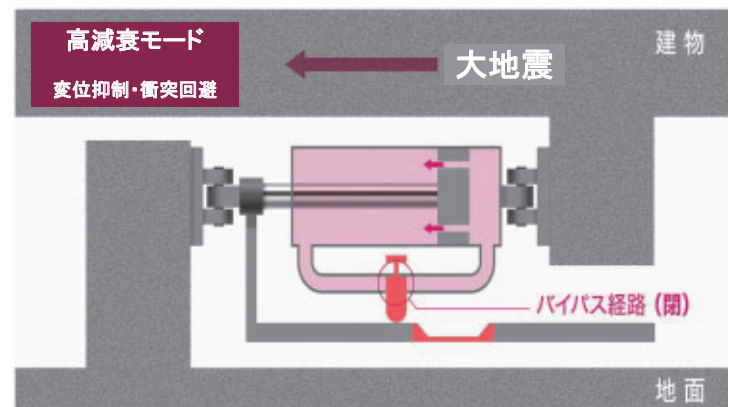
国土交通大臣の免震材料認定取得 (MVBR-0498, MVBR-0565)

■中小地震での安心感、大地震後の事業継続

発生頻度の高い中小地震（震度 5 強程度）に対しては、小さな減衰力で高い免震性能を発揮し、居住者の安心感を確保します。震度 6～7 の大地震では、大きな減衰力に切り替わって、免震層変位を抑制して衝突を防止し、安全性を高めます。



- ・バイパス経路をオイルが流れ、減衰力が小さくなる
- ・高い免震性能を確保できる



- ・揺れ幅が設定変位に達すると、機械式のシャットオフ弁がバイパス経路を閉じ、減衰力が大きくなる
- ・免震層の変位を抑制し、安全性を高める

パッシブ切替型オイルダンパーの作動原理

吹付けモルタル・コンクリートのり面の補修・補強工法

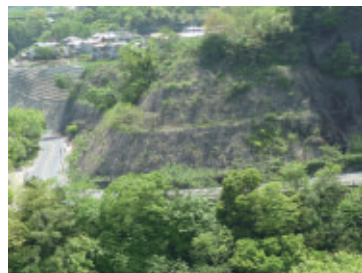
老朽化した吹付け法面の再生技術「ニューレスプ工法」

応募者名：日特建設株式会社

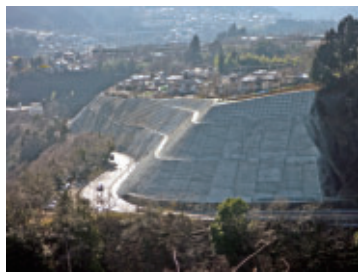
技術開発者：〔日特建設株式会社〕池田 淳・窪塚 大輔

技術の概要

モルタル・コンクリート吹付け工は、自然斜面や道路などの切土のり面の風化防止を目的として数多く採用され、膨大なストックとなっています。近年、これらの吹付けのり面は、表面の経年劣化や地山自体の不安定化が進行しているものが多くなり、劣化部分をはつり取り、新たに吹付け工を行うなどの対策がとられています。しかし、このような方法では、大量のはつり取り殻が産業廃棄物となること、人力による危険作業が伴うこと、はつり取り殻が通行車線に飛散しないよう大規模な仮設防護柵が必要になることなどの問題がありました。「吹付けモルタル・コンクリートのり面の補修・補強工法」は、これらの問題を解決するために開発したものです。

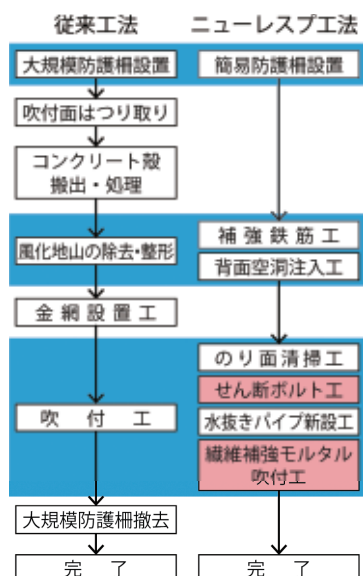


施工前

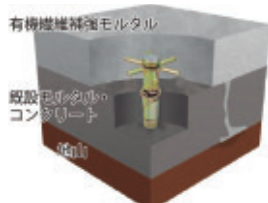


施工後

従来技術との比較



従来工法と本工法の施工フロー



せん断ボルト

本工法のせん断ボルト工に使用する「せん断ボルト」、繊維補強モルタル吹付け工に使用する「吹付専用繊維」は、本技術のために開発したものです。せん断ボルトは、既設の吹付け面と新たに吹付ける繊維補強モルタル吹付けを一体化するものであり、繊維は、モルタルのひび割れに対する抵抗性の向上や靱性の改善を図るものです。

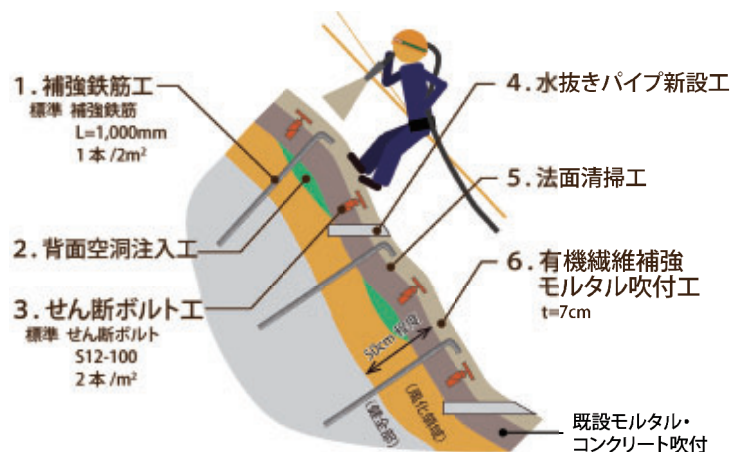


種類	有機繊維
素材	ポリプロピレン
繊維直径	0.70mm
引張強度	607N/mm ² 以上*
繊維長さ	30.0mm
湿入量	1.0vol% (9.1kg/m ³)*
※NEXCO土工施工管理要領基準に適合	

吹付専用繊維と繊維を混入したコンクリート

技術の特徴

- 既設モルタル・コンクリートをはつり取りません
簡易な防護柵のみの仮設で施工が可能のため、急傾斜のり面のような狭隘地での施工も可能です。
道路のり面においては工事中に通行車両への破片が直撃する心配がなく安全です。
- 既設モルタル背面の状態に応じた合理的な地山補強
補強鉄筋工及び背面空洞注入工により、不安定な吹付けモルタル・コンクリートのり面の安定化を図ります。
- 繊維補強モルタル吹付でのり面の耐久性を向上
劣化した吹付材の性能を回復させ、より耐久性の高いのり面を形成できます。



「吹付けモルタル・コンクリートのり面の補修・補強工法」施工概要図

技術の効果

「吹付けモルタル・コンクリートのり面の補修・補強工法」は、以下のような効果があります。

項目	技術の効果
長寿命化	・ 既設のり面の効果が完全に喪失する前に補修補強を行うことによりのり面の機能を回復、向上 ・ 繊維補強モルタル吹付でのり面の耐久性向上
廃棄物削減	・ はつり作業を行わないため、事業の計画や設計段階において、廃棄物の発生抑制対策の促進が可能
工期短縮	・ はつり作業の工程がないため工期短縮
安全性向上	・ のり面をはつり取らないことにより、作業者および第三者に対する安全性が向上
品質向上	・ 繊維モルタルの使用による曲げ靱性向上およびクラックの発生・拡大を抑制

角形鋼管切梁

エコ
Ecoラム®工法

応募者名：ジェコス株式会社

技術開発者：ジェコス株式会社 岩崎 伸一

技術の概要

土留め支保工の重要部材である切梁は従来よりH形鋼を利用している。開断面であることから座屈性能を確保するために中間杭による部材中間の支点（6～8m間隔）を必要とする。中間杭は地下工事の能率向上を阻害しているのみならず、構造躯体を貫通するため止水性など施工品質向上の課題となっている。また、火打ち材が必要であり、多くのボルト接合部が施工能率向上の課題ともなっている。これらの課題を解決するため「角形鋼管切梁」を開発した。



図-1 従来型土留め工

技術の特徴

土留め支保工の切梁に閉鎖断面である角形鋼管を利用することにより、同じ作用軸力下では座屈長を長くでき、結果として中間杭を省略できる。（□400材で18mまで中間杭不要）



図-2 角形鋼管切梁による土留め工

また、切梁間隔を拡大することも可能となる。従来型土留め材料との互換性を確保するため、腹起しは従来のH形鋼部材とし切梁は角形鋼管部材とすることが可能な接合用部品も考案している。本技術は切梁式土留め工法で切梁を水平に架設するすべての土留め工事に適用できる。

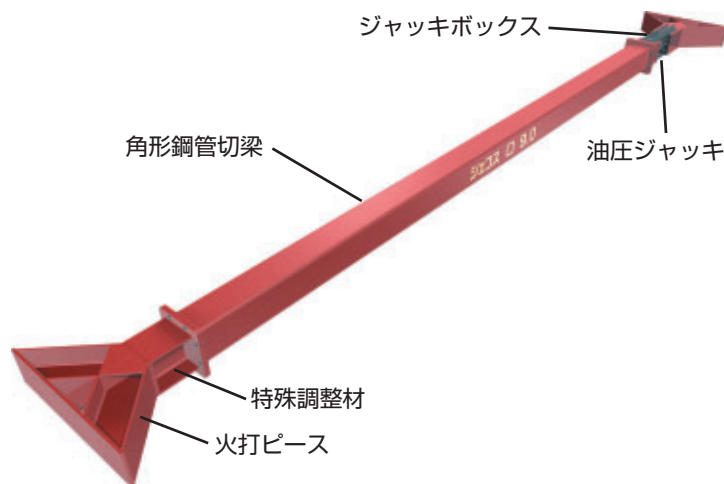


図-3 角形鋼管切梁

技術の効果

- ①品質向上
鉄筋補強、止水処理、中間杭撤去が不要となり、躯体の品質が向上。
- ②工期短縮
中間杭不要で、部材接合方法も簡略化。
- ③安全性向上
作業時間短縮、杭打設重機作業の削減で安全性向上。
- ④作業効率向上
作業空間が広がり、掘削や躯体工事の能率が向上。
- ⑤経済性向上
中間杭不要で経済性も向上。

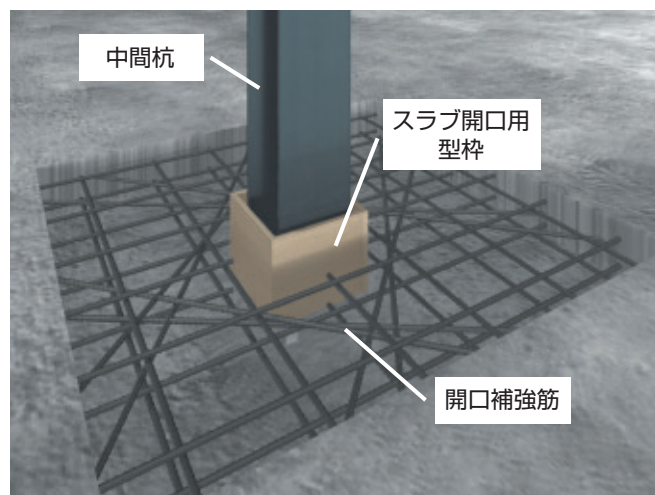


図-4 躯体貫通部（躯体品質向上）

風雪の影響を低減する 都市設計シミュレーションの開発

応募者名：北海道大学大学院 教授 瀬戸口 剛

技術開発者：北海道大学大学院 教授 瀬戸口 剛

共同開発者：地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所
株式会社北海道日建設計

技術の概要

本技術は、雪や寒さなど冬季の屋外環境が厳しい積雪寒冷都市において、冬季の屋外公共空間での風雪の影響を低減するため、粉体風洞実験装置を用いた都市設計シミュレーションの手法を開発した、従来にはない先駆的な技術である。



写真-1 風雪シミュレーションを用いて設計された「キタカラ」
(建築面積2338㎡, 延床面積6785㎡, 設計:(株)北海道日建設計)
(出典: 稚内駅前地区市街地再開発事業組合)

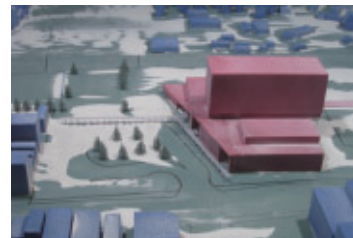


写真-2 稚内駅前地区再開発計画における粉体風洞実験の写真

技術の特徴

市街地再開発事業などでは環境影響評価が行われるが、積雪寒冷都市における風雪の影響は検討されていなかった。本技術は、都市設計計画案に対して、粉体風洞実験装置を用いた風雪シミュレーションを同時並行で数回実施し、屋外公共空間に雪の吹きだまりや強風域を低減するための分析を行い、都市設計計画案にフィードバックするもので、風洞実験を行いながら都市設計を進めるといって、全く新しい都市設計の手法である。

従来は、風洞実験装置を用いて、風の影響を低減する都市設計の技術、および風+雪の影響を低減する建築設計の技術はあったが、風+雪の影響を低減する都市設計の技術は本技術が世界で初めてである。

本技術は、積雪寒冷都市における新たな都市設計手法となり、実際に稚内駅前地区市街地再開発事業において適用された。

技術の効果

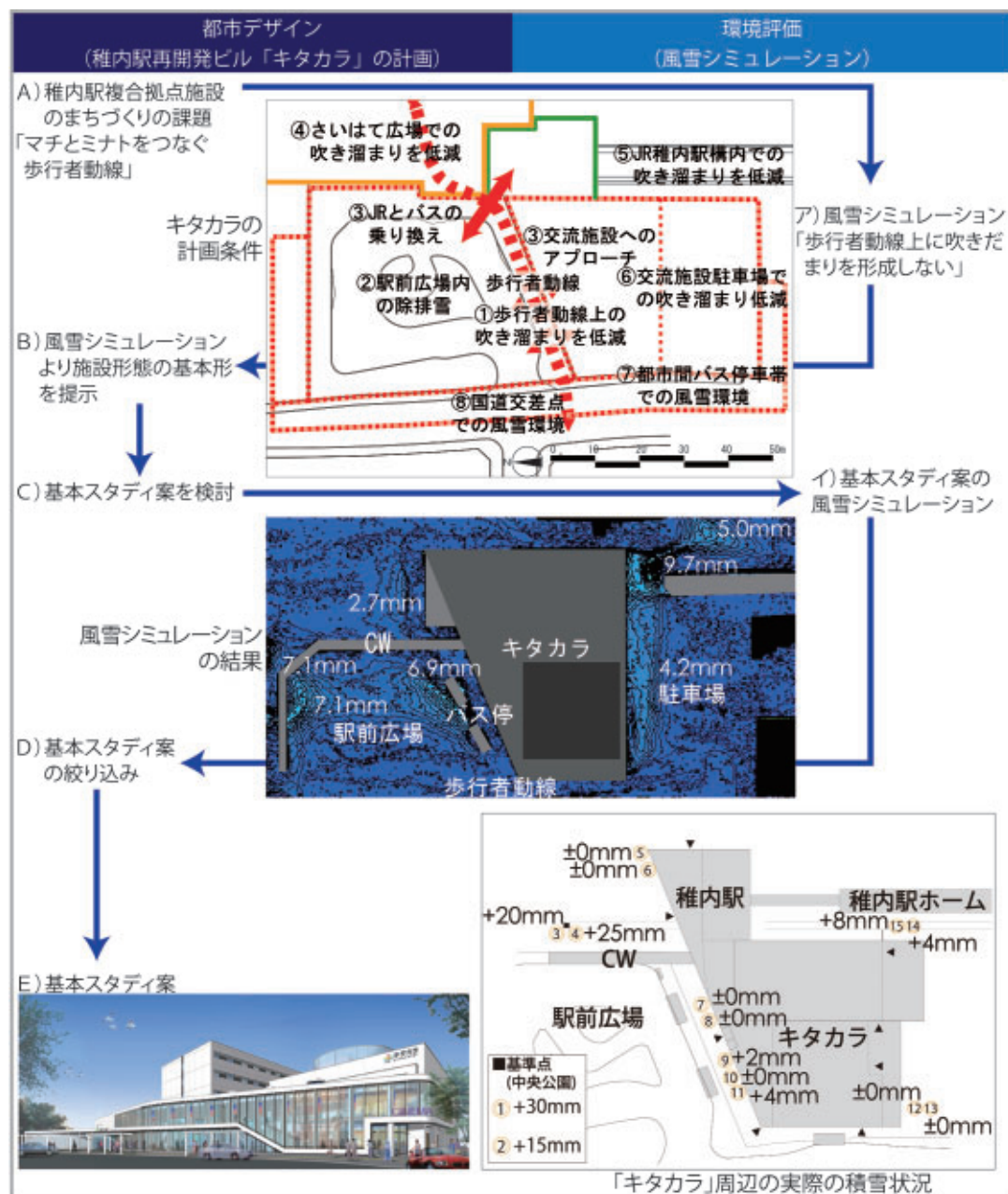
効果1)「キタカラ」周辺での積雪を低減(写真-1、2 図-1)

冬季において再開発ビルの出入口やバス乗降部分では、雪の吹きだまりがでにくくなり、歩行者空間を適切に確保できた。

効果2) 都市設計ガイドラインの開発
札幌市都心部を対象に、雪の吹きだまりや強風域がでにくい都市設計ガイドラインを開発した。

効果3) 風雪シミュレーションを用いた除雪エネルギー量の把握

本技術をもとに都市空間の積雪量を算出し、除雪や融雪に要するエネルギー量と、それに伴うCO₂排出量を明らかにし、環境負荷に貢献する都市空間を明らかにした。



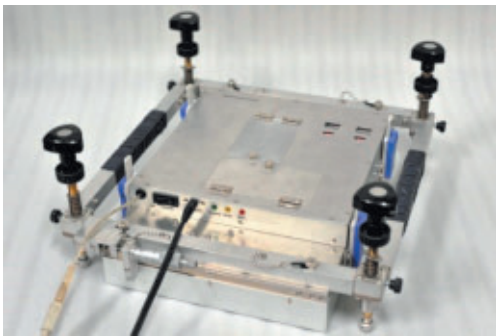
図ー１ 都市デザインと風雪シミュレーションを関連づけた積雪寒冷都市の新たな都市設計手法
(受賞者は実際に稚内駅拠点施設の再開発計画の策定に参画し、本技術の都市設計手法が計画設計において採用された)

PC 構造物の現有応力を測定する スリット応力解放法の開発

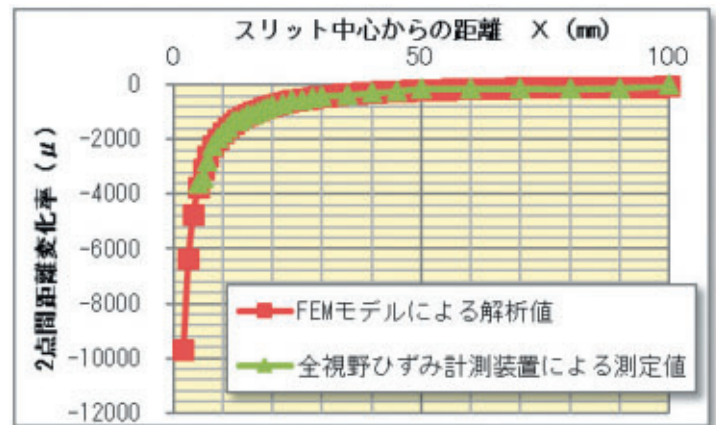
応募者名：株式会社計測リサーチコンサルタント／株式会社 K&T こんさるたんと
技術開発者：佐賀大学大学院 教授 伊藤 幸広／長崎大学大学院 教授 松田 浩
長崎大学大学院 技術職員 出水 享
共同開発者：福岡県工業技術センター／宮崎大学 教授 森田 千尋

技術の概要

本技術は、PC 構造物の現有応力を測定するための技術です。測定対象箇所にスリットを切削し、応力解放した際のひずみを光学的全視野ひずみ計測装置（写真－1）により計測し、計測値を元に応力解放を再現した FEM 解析を行う事で作用応力を算出するという画期的な技術です。



（写真－1）光学的全視野ひずみ計測装置



（図－2）解析結果事例

技術の特徴

スリット応力解放法の測定フローは（図－1）に示すとおりである。本方法の特徴は、①開発した光学的全視野ひずみ計測装置による解放ひずみの高精度測定、②PC 構造物の解放ひずみ測定のための合理的な切削方法の適用、③2点間距離変化率という解放ひずみの新しい評価法、④現有応力を推定するための FEM モデルを用いた解析手法にある（図－2）。これらのアイデアの組み合わせにより、従来法と比較して特に測定精度や作業性において優れた方法となっている。

鉄筋探査装置によりスリット切削位置・深さの特定

測定位置の平滑化

測定面の粉塵を除去後、画像解析用のランダムパターンを塗布

全視野ひずみ計測装置の固定金具を設置

装置を設置し応力解放前のコンクリート表面画像を撮影（初期画像）

計測装置を取り外して応力卓越方向に対して直角方向にスリット切削

再度、装置を設置し、応力解放後の表面画像を撮影（変形画像）

初期・変形画像を用いて画像解析により解放ひずみを算出

FEM 解析モデルを用いて逆解析を行い、現有応力を推定

（図－1）スリット応力解放法の測定フロー

技術の効果

従来法は、高コストで作業性や専門性が必要とされ、また測定精度が低いという問題があった。しかし、今回開発されたスリット応力解放法は、測定精度が高く、作業性が良く専門性が不要で躯体に与えるダメージが少ないといった数多くの長所を持ち、採用実績を伸ばしている。特に測定精度が高いことから PC 橋の安全性確認、定期的な維持管理および補修・補強設計の基礎データを得る目的で大変有用であると評価を頂いています。下記の写真は、スリット切削状況（写真－2）、光学的全視野ひずみ計測装置で画像を撮影している状況（写真－3）です。



（写真－2）スリット切削状況



（写真－3）画像撮影状況