

令和4年度 新技術・新工法説明会【佐賀会場】

開催日：令和4年11月2日

発表技術

◆NETIS登録番号は応募時点

No	NETIS 登録番号	技術名	副題	資料			備考	
				技術概要	発表資料	頁数		
1	KT-180106 - A	鋼板欠損探査装置	横波超音波(SH波)を用いて鋼板の表裏面の腐食やきず等の欠損を探査する装置	技術概要	1	発表資料	3	その1に掲載
2	QS-210009 - A	中圧噴射機械攪拌工法(MITS工法CMS-ICTシステム)	ICT対応高機能バックホウタイプ地盤改良機を用いた中圧噴射攪拌による変位低減型地盤改良工法	技術概要	10	発表資料	12	
3	QS-210060 - A	高耐久材料を用いた薄型・軽量な歩道床版「ESCON歩道床版」	ESCON製歩道用プレキャストRC床版	技術概要	20	発表資料	22	
4	KT-210092 - A	デジタルカメラ三次元計測システムPIXIS2	CADと連携する土木・鋼構造向け高精度三次元デジタルカメラ計測システム	技術概要	30	発表資料	32	
5	QS-200056 - A	水中ポンプ自動制御ユニット(オートポンプユニット)	水中ポンプに取り付けることにより水位による運転-停止の自動制御が可能となるユニット	技術概要	51	発表資料	53	その2に掲載
6	HK-220001 - A	OSドレーン工法	プラスチックボードドレーン工法のドレーン材地中残置深度の管理手法	技術概要	61	発表資料	63	
7	CG-210016 - A	耐震耐風目隠し通風フェンス(カクスルー)	耐震耐風設計を施しJIS準拠荷重試験及び衝撃試験に合格した、防犯・プライバシー保護及び立入防止目的で設置する全方向100%目隠し通風アルミフェンス。	技術概要	74	発表資料	76	
8	KT-200003 - A	円形鋼管切梁「Circular Strut」	X(強軸)-Y(弱軸)方向に関わらず断面性能が一定の円形鋼管を用いた切梁	技術概要	82	発表資料	84	
9	KT-210038 - A	ハイパーポラード(耐衝撃性車止めポール)	抵抗本数1本で一定の耐衝撃性能を有するポラード	技術概要	94	発表資料	96	その3に掲載
10	KT-210104 - A	ワイヤロープ式防護柵用支柱カバー	ワイヤロープ式防護柵支柱に二分割で容易に取り付けできる視認性向上着色高輝度支柱カバー	技術概要	106	発表資料	108	
11	TH-160010 - VR	吸水性泥土改質材「ワトル」	改質材の吸水効果による泥土の即時改良	技術概要	118	発表資料	120	
12	KT-130010 - VE	フル・ファンクション・ペーパー(FFP)	防水機能や凍結抑制機能を併せ持つ多機能型排水性舗装	技術概要	129	発表資料	131	
13	KT-200075 - A	ハイドロスタッフ工法	プラスチック製雨水地下貯留浸透工法	技術概要	145	発表資料	147	その4に掲載
14	KK-220014 - A	STEP-IT工法	先端スクリーを用いた軟弱地盤処理工における静的締固め工法	技術概要	155	発表資料	157	
15	KT-220032 - A	後付衝突警報及び車線逸脱警報装置「モービルアイ」	建設機械車両の後付衝突警報及び車線逸脱警報装置	技術概要	165	発表資料	167	
16	KK-220028 - A	フラットバー付敷鉄板	斜面对応の段差付敷鉄板で、経済性・施工性の向上、工程短縮及び産業廃棄物の削減に繋がる。	技術概要	175	発表資料	177	その4に掲載
17	QS-200063 - A	枯れにくく走行・歩行しやすい芝生舗装「ハニカムグリーン」	車や人の荷重を分散させて芝生を守る保護材と保水性や透水性に優れる多孔質礫質土壌を使った路面緑化技術	技術概要	183	発表資料	185	
18	CB-120037 - VE	水圧四面梁	矢板設計の開削工事で使用する土留機材で、腹起材が伸縮する事により、妻方向、桁方向同時に腹起材と切梁材を設置する事が出来る。	技術概要	192	発表資料	194	



SHEED

ALPHA
PRODUCT

SH-wave Super-sonic Exploration Equipment for Drum by Alphaproduct

**金属板の全厚みで面状に伝わる横波超音波(SH波)で、
調査対象の内面欠損(キズ、錆等)を外側から探査する技術。**

NETIS登録：鋼板欠損探査装置 KT-180106-A

SH波の伝搬範囲内のキズを内面・外面ともに1回で探査できる。

SH波の伝搬範囲は、長さ約1m、
頂角18度(縦方向)の2等辺三角形。

1回の探査時間は冬季で約1分以下。(探触子固定)

探触子を回転させることで、狭い接触部位での探査が
可能になり、パレット積載のドラム缶探査を実現。(特許取得)
底板は勘合部からの入射で探査が可能。



ドラム缶のリブや、プレス成型品でも形状に沿ってSH波が伝搬する。

内容物(液体、固体)に左右されず、金属の直接接触でも影響はない。
(グリス等の高粘度液体では感度が低下する)

対象金属板の厚さは約10mm以下、基本的に材質を問わない。

超音波板厚計による腐食部の計測値は実際の腐食状況と合致せず、
SH波による探査が確実に効率的である。(実測データ有)

採用実績

- ・ 国立研究開発法人 日本原子力開発機構様で採用され、原子力学会に論文を発表。
- ・ 原子燃料工業株式会社様でテストの後採用、装置一式納入。
- ・ 北陸電力(株) 志賀原子力発電所等でドラム缶探査。

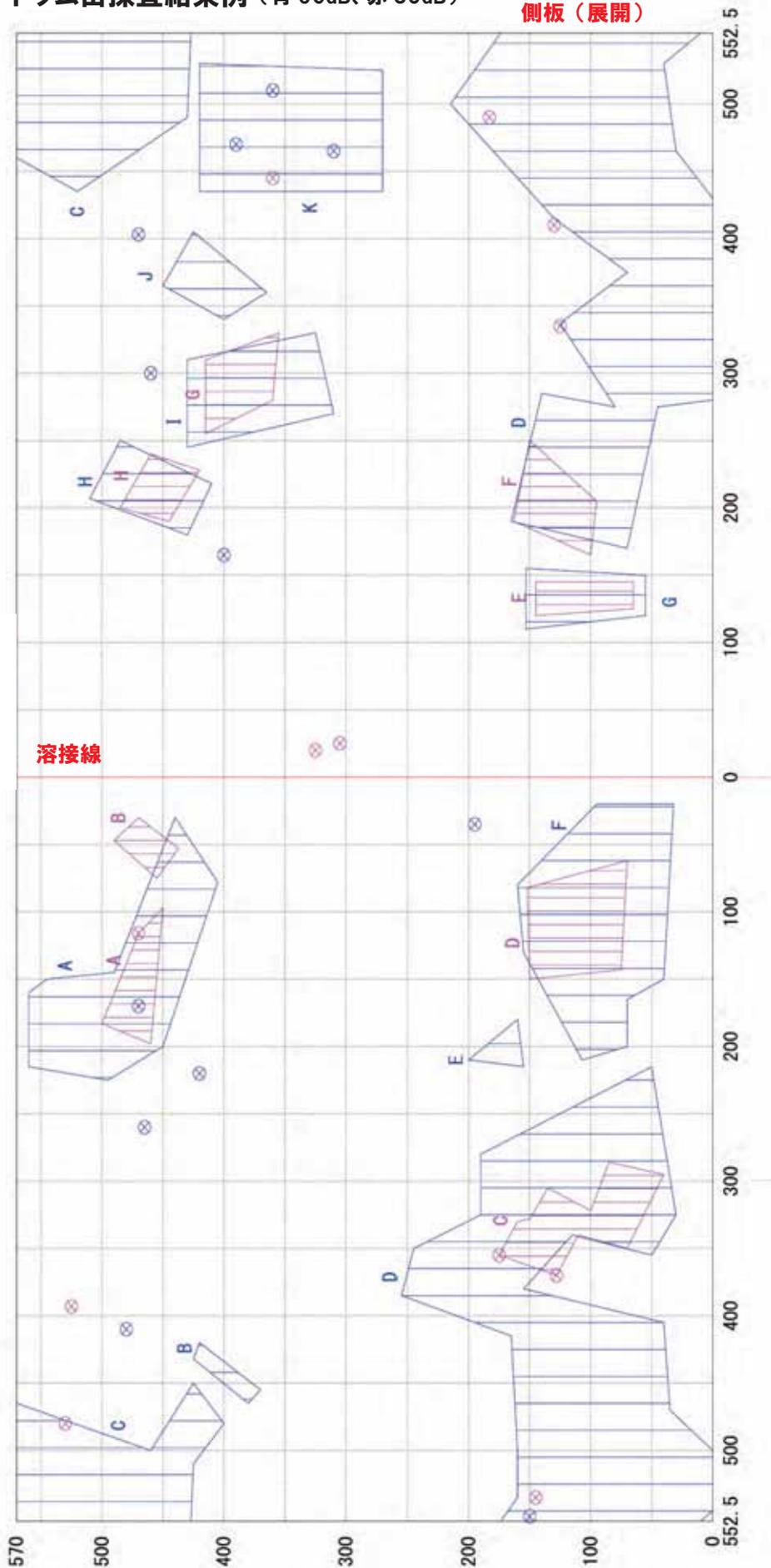


超音波探傷機 Dio-1000LF(SH波回転探査用改造機)仕様
重量：本体 0.74kg、Li-ion バッテリー 0.54kg(3.6V、16Ah)
サイズ：224 x 188 x 37mm
表示部：TFT 液晶 99 x 130mm(1,024 x 768pix)
1回の充電で8時間程度使用可能。

株式会社アルファ・プロダクト
〒135-0064 東京都江東区青海2丁目4-10
東京都立産業技術研究センター製品開発支援ラボ313
Tel:03-6457-2666 Fax:03-6457-2667
<http://www.alpha-product.co.jp/>

ドラム缶探査結果例（青 90dB、赤 85dB）

側板（展開）

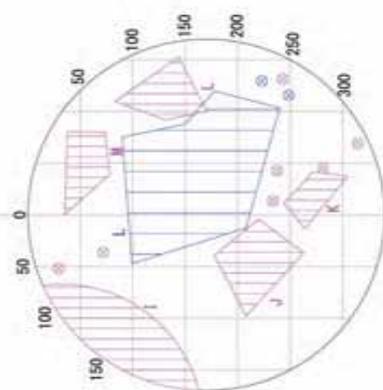


※90dB(青)の方が感度が高く、進行度の低い錆も探知している。感度を85dB(赤)に下げると、深い錆しか探知しないため、探知したエリアは小さくなる。

このように感度を変えて探査すると、錆の程度と範囲を確認できる。

きずも同様であり、感度によって探知するきずの深さが変わる。

底板



※底板では、90dBはほぼ全域となるので、重複しない範囲だけを図示している。

SHEED

SH-wave Super-sonic Exploration Equipment
for Drum by Alpha-product



鋼板欠損探査装置 NETIS : KT-180106-A

SH波による外面からのドラム缶内面欠損調査システム

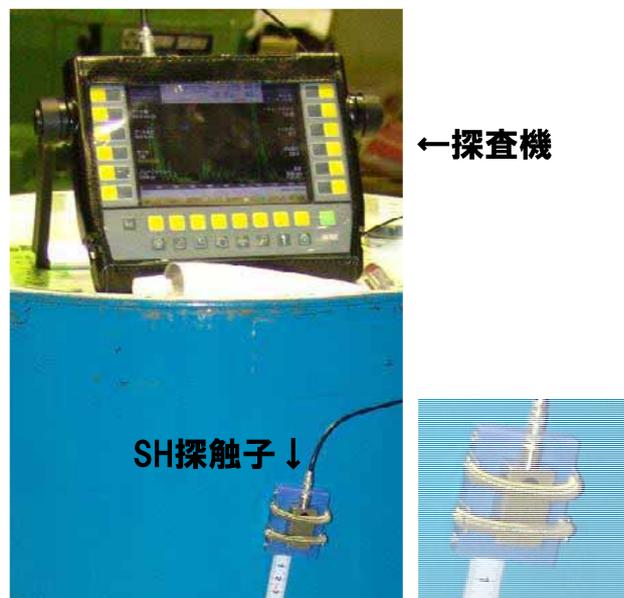
■探査実績(公表可能な件)

- ・原子力開発機構で実証実験、論文発表
- ・北陸電力志賀原子力発電所
- ・日本原子燃料株式会社(探査講習、装置レンタル)

1

SHEED ALPHA
PRODUCT

ドラム缶内面のキズ・サビを外面から探査し、位置と範囲を特定。
1回の探査時間は約1～2分。(外面のキズ・サビも同時に検知)



※マグネットアダプター付き

2

伝搬範囲は概ね頂角29度・高さ1mの二等辺三角形。(約0.24m²)



	従来法(縦波)	SH波(横波)探査
伝搬概念(断面)	<p>探触子 鋼板</p>	<p>探触子 鋼板</p>
伝搬範囲(平面)	<p>約3cm²</p>	<p>約2,160cm²</p>

探触子を回転させることで、
ほぼ側板全域の探査が可能。(特許取得済)

3

ドラム缶探査の実例。

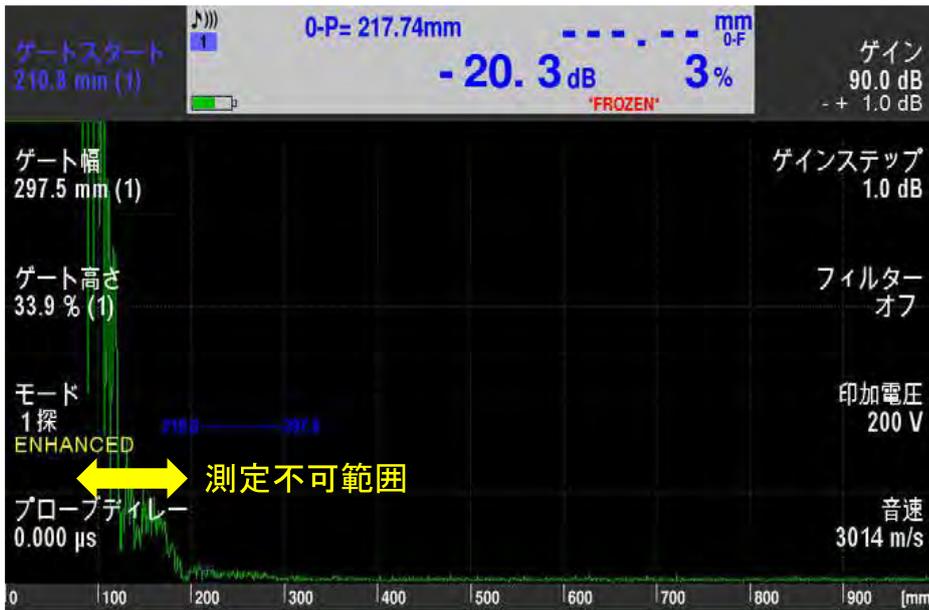


1. 探触子を青い丸の位置に設置し、回転させる。
2. キズからの反射エコーを確認。
3. 反射エコーが最も高くなる方向で探触子を固定する。
4. その方向に探触子中心線の延長線を記入する。
5. 探査機の画面表示からエコーまでの距離を読み、延長線上で記入する。
(探触子位置から距離の円弧を描くと、延長線との交点がキズの位置となる。)

キズが検知された箇所の外面でキズがなければ、
内面のキズである。

4

探査機の画面表示の例① キズやサビ無し。



●レンジ900mm

●探触子から
約200mmは
乱反射で測定不可。

探査機の画面表示の例② サビがある場合



●探触子から
約220-300mmの
範囲にサビがある。
●サビは手前が深い。

※この範囲は探触子からの
奥行なので、幅は別の位置に
探触子を設置して探査する。

測定不可範囲

探査機の画面表示の例③ キズがある場合

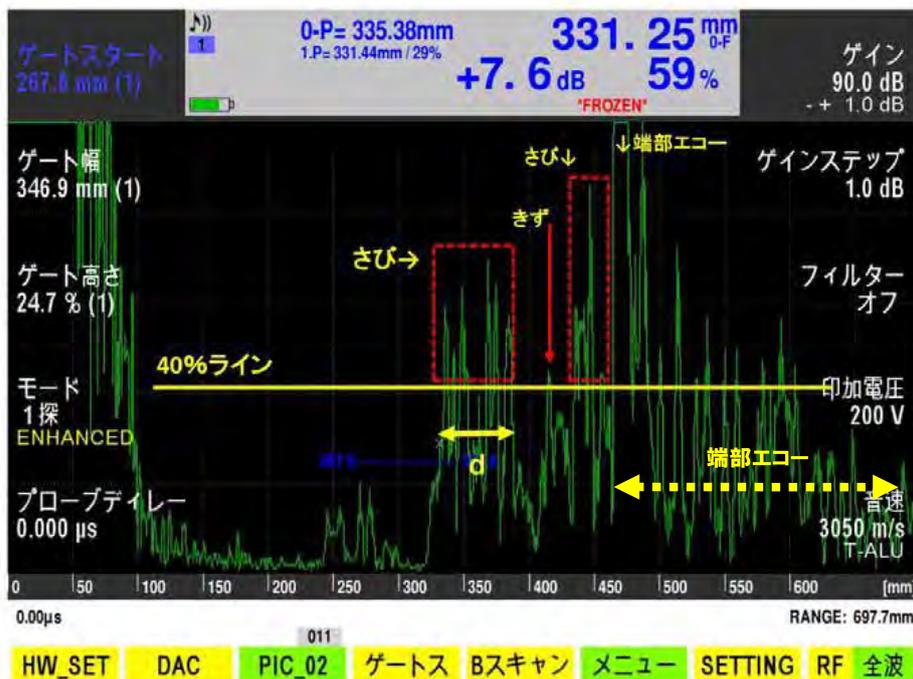


- 探触子からキズまでの距離は
キズ①約300mm
キズ②約680mm



7

探査機の画面表示の例④ キズとサビの混在



dは、探触子から見た錆の奥行(この場合は約330-380mm)約50mmである。

8

厚さ10mm程度までの金属板であれば、形状を問わず探査できる。



SH波は断面全域を伝搬するため、プレス加工の断面の欠損等でも問題なく検知できる。

写真は廃油(タービンオイル)充填のドラム缶で、リブ内側の錆を問題なく検知している。

9

ドラム缶の場合、内容物が液体や固体でも問題なく探査できる。

■可燃物（ウエス、古着、シュレッダー屑）



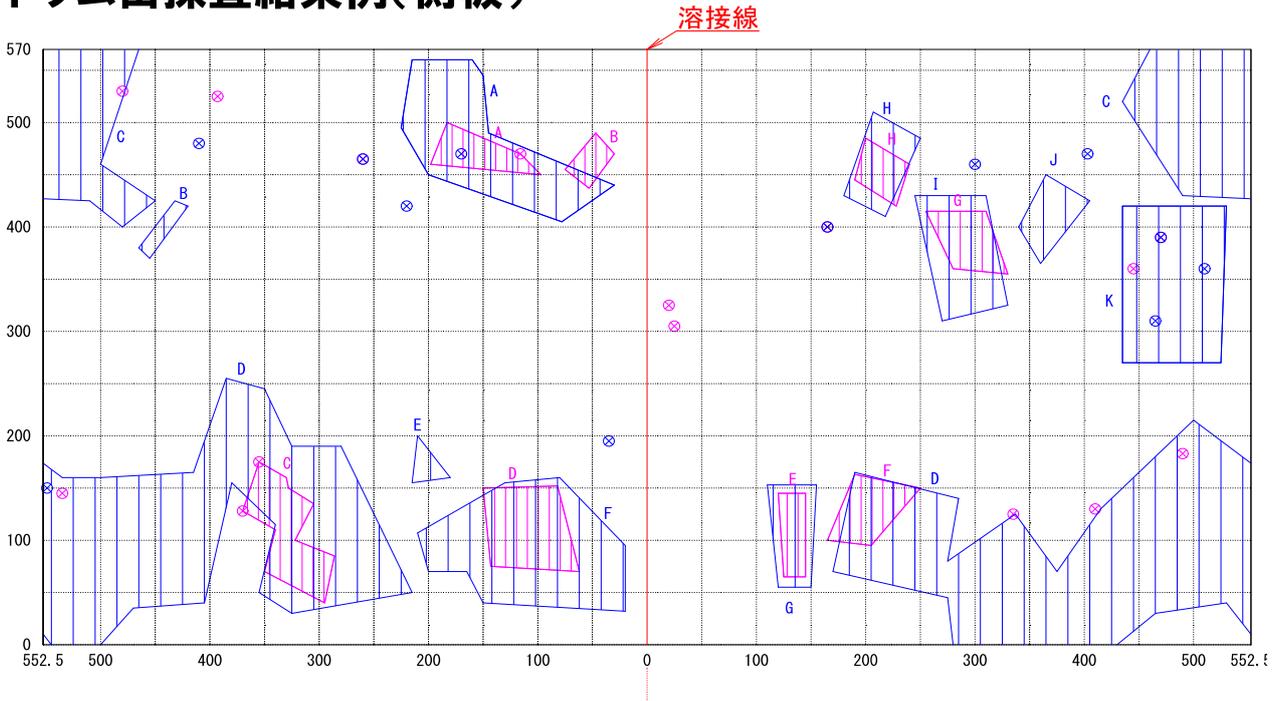
■不燃物（金属片、塩ビホース、ゴムホース、電線、硬質塩ビ、等）



■可燃物と不燃物の混在でも問題なく探査できる。

10

ドラム缶探査結果例(側板)

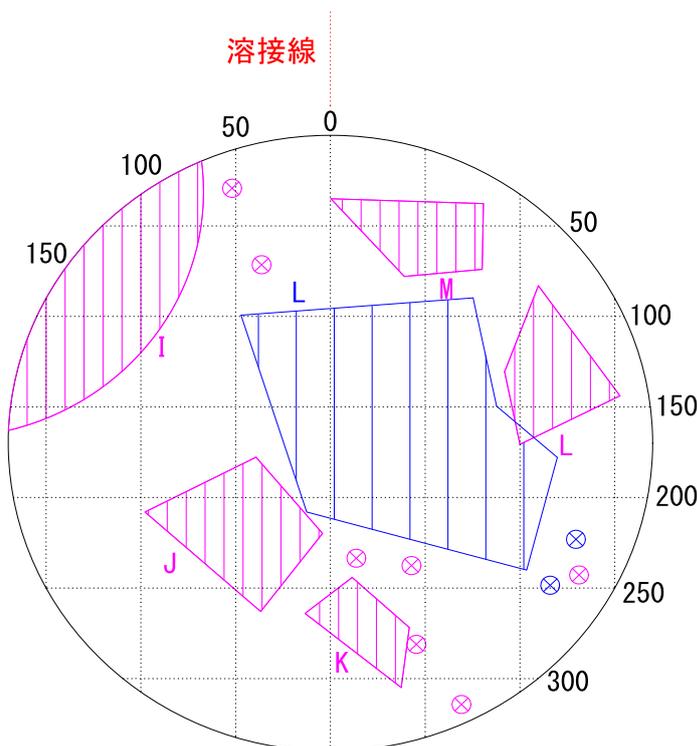


感度設定: 85dB、90dB(高感度)

感度設定によってサビの検知エリアが異なる。85dBの方が深いサビのみを検知しているため、両方を合わせるとサビの程度別の分布が把握できる。

11

ドラム缶探査結果例(底板)



感度設定: 85dB、90dB(高感度)

90dBでは底板ほぼ全面がサビであったので、85dB探索範囲は、90dB探索と重ならない部分のみ表示。

12

その他の利点。

- 形状に沿って超音波が伝搬するので、プレス加工等の製品も探査可。



- 断熱材被覆のダクト等では、探触子を設置する範囲(約150×150mm)の断熱材を切り取るだけで、半径約1mの円内の探査が可能。



技術概要

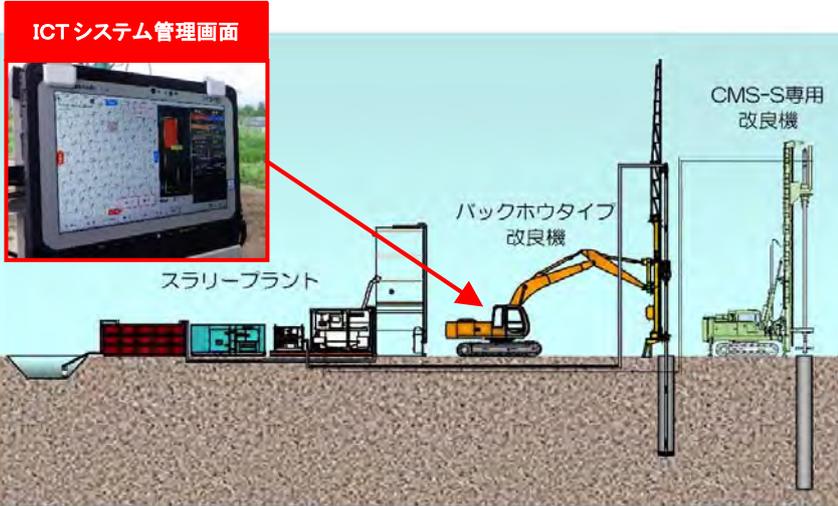
技術名称	MITS工法	担当部署	事務局		
		担当者	溝口 力		
NETIS登録番号	CMS-ICTシステム : QS-210009-A CMS-Sシステム : QS-190020-A	電話番号	0952-64-2331		
会社名等	MITS工法協会	MAIL	eigyous3@fujiken-co.jp		
技術の概要	<p>1. 技術開発の背景及び契機</p> <p>近年、深層混合処理工法を用いて、軟弱地盤上での河川改修工事や道路改良工事等が行われることが増加しています。現地の地形条件や地盤条件によっては、大型機械での施工が難しい箇所も少なく、小型で軽量の機械による施工が望まれています。改良機械の小型化により敷鉄板程度の簡易な足場で施工でき、かつ狭隘な現場に対応できることと、品質面について、攪拌混合効率の向上により高品質な改良体が提供できるシステムの確立が必要不可欠となっていました。また、改良を行う地中には捨石や木杭等の攪拌障害となるものもあり、それらを除去することなく施工を行える噴射攪拌工法の開発も望まれていました。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>MITS工法の地盤改良機は30t未満のバックホウタイプ改良機と小型専用改良機があります。バックホウタイプのCMS(-ICT)システムおよびQSJシステムはブーム、アームの可動および旋回により、段差施工や作業半径が大きい施工が可能です。小型専用改良機のCMS-Sシステムは従来のバックホウタイプよりも大幅な攪拌トルクアップを図り、土質による適用範囲を拡大した新しいシステムです。</p> <p>CMS(-ICT)システムおよびCMS-Sシステムは、攪拌翼による混合とスラリー中圧噴射エネルギーによる土塊の細かい破碎効果を併用することにより、効率良く攪拌混合し品質の高い改良体を造成できます。CMS-ICTシステムは、CMS地盤改良機をICT対応とした新しいシステムで、高精度な平面誘導と施工履歴情報の一括管理を可能としております。</p> <p>QSJシステムは対象地盤中のコンクリートや転石などの障害物を珪砂を含む高圧噴射削孔水を用いたアプレシブジェットにより地中障害物を削孔し、一工程で削孔と造成が可能な噴射攪拌工法です。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>CMS(-ICT)システム、CMS-Sシステムは、機械は小型軽量であるが、最大径1600mmの改良体造成を可能とし、特に粘性土地盤においては、機械攪拌とスラリー中圧噴射攪拌併用により土の共回り現象が発生せず、低変位施工で高品質な改良体を造成できます。ICT施工管理に対応し、杭芯位置の事前測量や掘起しによる杭頭部の出来形確認作業を省略できるため、全体工程を短縮できます。</p> <p>QSJシステムは、地中障害物が残存し撤去が出来ないような地盤に対して、障害物削孔と引上げ噴射攪拌改良を一工程で行える特長を生かして特異性のある現場で採用されています。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p>【CMSシステム・CMS-ICTシステム】・改良深度25m程度 ・適用土質 粘性土N値10以下、砂質土N値15以下・改良径500～1600mm(対象地盤による)</p> <p>【CMS-Sシステム】・改良深度25m程度 ・適用土質 粘性土N値15以下、砂質土N値30以下・改良径800～1600mm(対象地盤による)</p> <p>【QSJシステム】・改良深度23m程度 ・適用土質 粘性土c=30kN/m²以下、砂質土N値15以下・改良径600～1000mm(対象地盤による)</p> <p>5. 活用実績 (2022年4月1日現在)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>【CMSシステム】※CMS-ICTシステム含む</p> <p>国の機関 235件 (九州 100件、九州以外 135件)</p> <p>自治体 965件 (九州 865件、九州以外 100件)</p> <p>民間 48件 (九州 18件、九州以外 30件)</p> <p>【QSJシステム】</p> <p>国の機関 83件 (九州 81件、九州以外 2件)</p> <p>自治体 197件 (九州 188件、九州以外 9件)</p> <p>民間 3件 (九州 2件、九州以外 1件)</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>【CMS-Sシステム】</p> <p>国の機関 8件 (九州 6件、九州以外 2件)</p> <p>自治体 65件 (九州 61件、九州以外 4件)</p> <p>民間 2件 (九州 2件)</p> </td> </tr> </table>			<p>【CMSシステム】※CMS-ICTシステム含む</p> <p>国の機関 235件 (九州 100件、九州以外 135件)</p> <p>自治体 965件 (九州 865件、九州以外 100件)</p> <p>民間 48件 (九州 18件、九州以外 30件)</p> <p>【QSJシステム】</p> <p>国の機関 83件 (九州 81件、九州以外 2件)</p> <p>自治体 197件 (九州 188件、九州以外 9件)</p> <p>民間 3件 (九州 2件、九州以外 1件)</p>	<p>【CMS-Sシステム】</p> <p>国の機関 8件 (九州 6件、九州以外 2件)</p> <p>自治体 65件 (九州 61件、九州以外 4件)</p> <p>民間 2件 (九州 2件)</p>
<p>【CMSシステム】※CMS-ICTシステム含む</p> <p>国の機関 235件 (九州 100件、九州以外 135件)</p> <p>自治体 965件 (九州 865件、九州以外 100件)</p> <p>民間 48件 (九州 18件、九州以外 30件)</p> <p>【QSJシステム】</p> <p>国の機関 83件 (九州 81件、九州以外 2件)</p> <p>自治体 197件 (九州 188件、九州以外 9件)</p> <p>民間 3件 (九州 2件、九州以外 1件)</p>	<p>【CMS-Sシステム】</p> <p>国の機関 8件 (九州 6件、九州以外 2件)</p> <p>自治体 65件 (九州 61件、九州以外 4件)</p> <p>民間 2件 (九州 2件)</p>				

6. 写真・図・表

MITSI工法 施工模式図

CMS(-ICT)およびQSJシステムはバックホウタイプ改良機、

CMS-Sシステムは小型専用改良機を使用します。



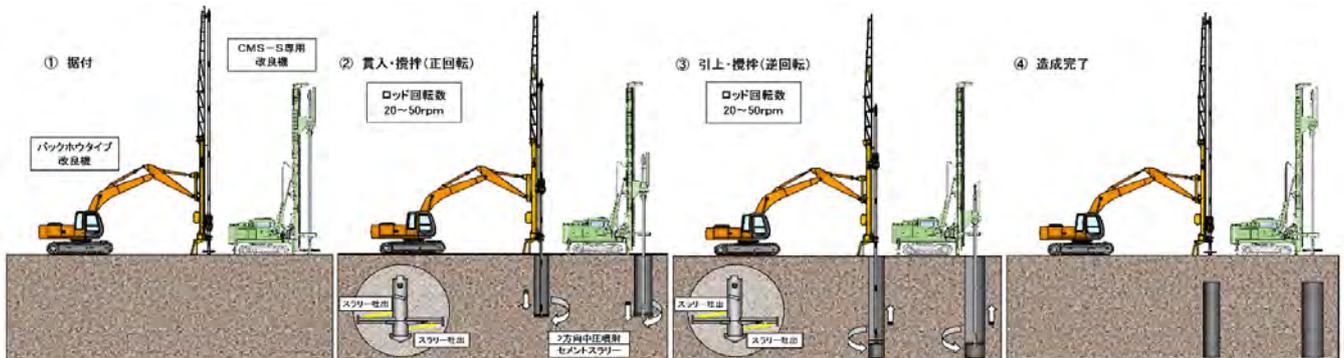
適用範囲

CMS (-ICT) システム
 改良径 $\phi 500 \sim 1600 \text{mm}$
 粘性土地盤 $N \leq 10$
 砂質土地盤 $N \leq 15$

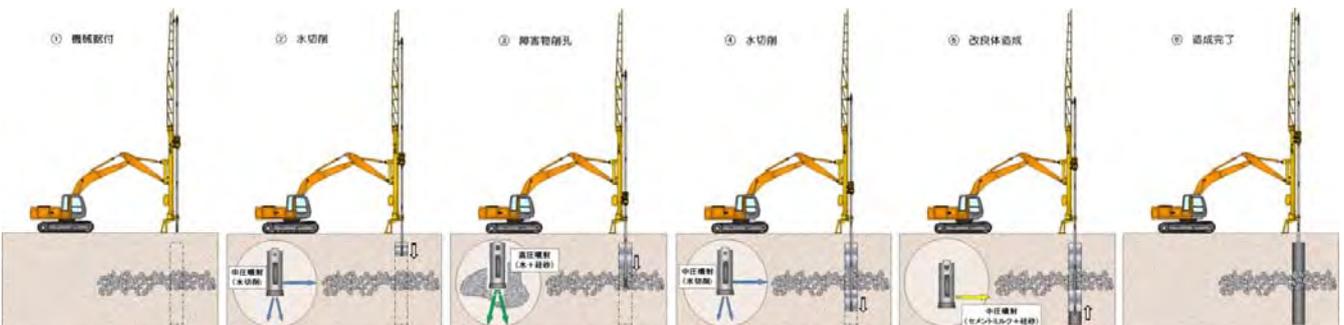
CMS-Sシステム
 改良径 $\phi 800 \sim 1600 \text{mm}$
 粘性土地盤 $N \leq 15$
 砂質土地盤 $N \leq 30$

QSJシステム
 改良径 $\phi 600 \sim 1000 \text{mm}$
 粘性土地盤 $C \leq 30 \text{KN/m}^2$

CMS(-ICT)システムおよびCMS-Sシステム 施工手順



QSJシステム 施工手順



国土交通省 NETIS

No. QS-210009-A : 中圧噴射機械攪拌工法

No. QS-190020-A : 高トルク型中圧噴射機械攪拌工法



MIT^{ミツ}S工法 CMS-ICT システム

— 中圧噴射攪拌による変位低減型地盤改良工法 —

MIT^{ミツ}S工法協会 小牧 貴大

ミツ

事務局
〒840-0513
佐賀県佐賀市富士町大字下熊川159-60 (株式会社 富士建内)
TEL (0952) 64-2331 FAX (0952) 64-2340



MIT^{ミツ}S工法 (Middle pressure Injection Total System)

CMS(-ICT)システム
(Combination Mixing Slurry)

セメントスラリーの中圧噴射と
特殊攪拌翼併用の地盤改良工法

中圧噴射機械攪拌工法

国土交通省 NETIS

登録番号 : QS-210009-A



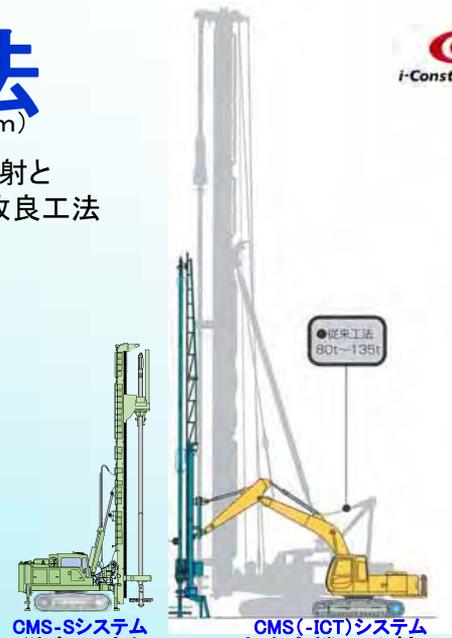
CMS-Sシステム

(Combination Mixing Slurry - Strong)

高トルク型中圧噴射機械攪拌工法

国土交通省 NETIS

登録番号 : QS-190020-A



CMS-Sシステム CMS(-ICT)システム
従来工法とMIT S工法改良機の比較

QSJシステム

(Quartz Sand Jet)

中圧(珪砂)噴射流体切削攪拌工法

国土交通省 NETIS

旧登録番号 : QS-000012-V

珪砂スラリー噴射による
障害物対応型噴射攪拌工法

MIT^{ミツ}S工法協会

ミツ



MITSE工法CMS(-ICT)システムとは



CMS(-ICT)システムの特長

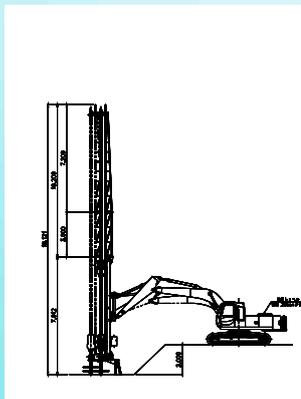
● 機械位置から下方及び上方への段差施工

バックホウタイプ地盤改良機のブーム・アームを活用

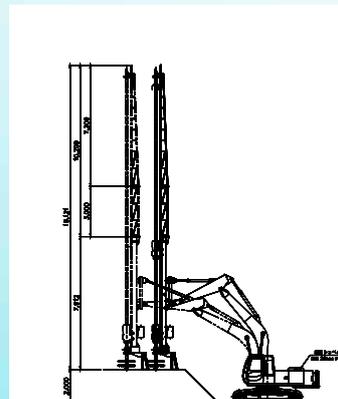
機械面から2m
下げた施工状況



機械面から2m
下げた施工が可能。



機械面から2m
上げた施工が可能。



MITS 工法の ICT 施工

中圧噴射機械攪拌工法(MITS工法CMS-ICTシステム)



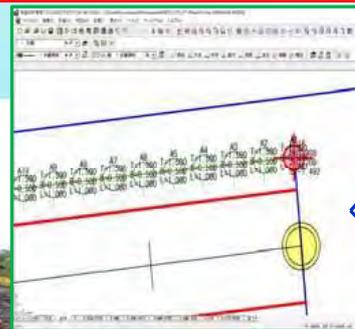
ICT管理(車載画面)



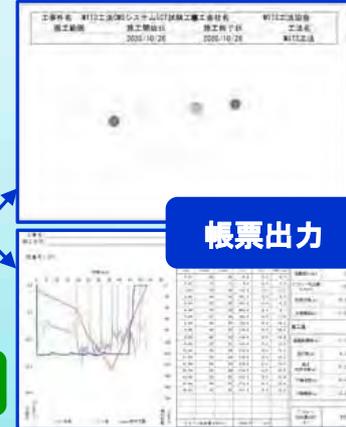
攪拌翼平面誘導時

注入攪拌施工時

- ✓ 攪拌翼を設計杭芯位置に高精度で平面誘導
 - ✓ 3次元計測技術を用いた出来形管理に対応(着色・帳票出力)
 - ✓ 杭芯位置の事前測量や杭頭部掘り出しによる出来形確認が不要
- ⇒ 省力化を実現



ICTシステム(事務所PC)



帳票出力

MITS工法協会

CMS(-ICT)システムの特長



● ロッド継足し施工により最大打設長25m

道路盛土の沈下安定対策
改良径φ1200mm、打設長=21m
1プラント2マシン施工



ロッド継足し施工状況

ICT画面(注入攪拌施工時)



プラント設備

MITS工法協会

＜ 深層混合処理工法のニーズ ＞

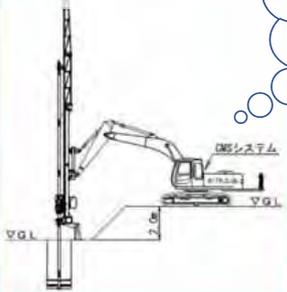
- ✓ 施工本数の削減→改良径の拡大
- ✓ 幅広い土質への対応
- ✓ 施工性の向上

MIT S工法 CMS-Sシステム

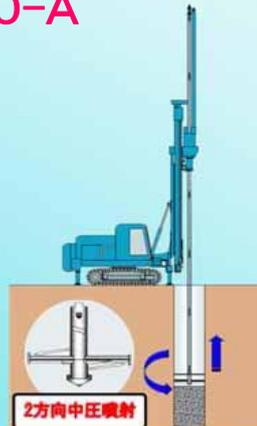
— 高トルク型中圧噴射機械攪拌工法 —
国土交通省NETIS(新技術情報提供システム)

登録番号: **QS-190020-A**

CMSシステム:
低トルクバックホウ
タイプ 地盤改良機



施工性に優れるが、高N値の地盤では適用改良径が限定



MIT S工法CMS-Sシステム

- ✓ 高トルク型中圧噴射攪拌

MIT S工法協会
ミッツ

CMS-Sシステムの特長

● 改良径 $\phi 1600\text{mm}$ の適用範囲を拡大

小型地盤改良機の高トルクとスラリー中圧噴射を併用することで、高いN値の土質でも貫入・攪拌が可能であり、セメントスラリーを攪拌翼先端まで到達できることから、改良径 $\phi 1600\text{mm}$ の適用範囲を拡大。

改良径 $\phi 800 \sim 1600\text{mm}$



- ✓ 噴射圧力は逸走防止板により端部で減少
- ✓ 中圧噴射の併用により流動性が向上
- ✓ 盛り上り土を排出促進
→ 周辺地盤の変位低減

気中水噴射テスト状況

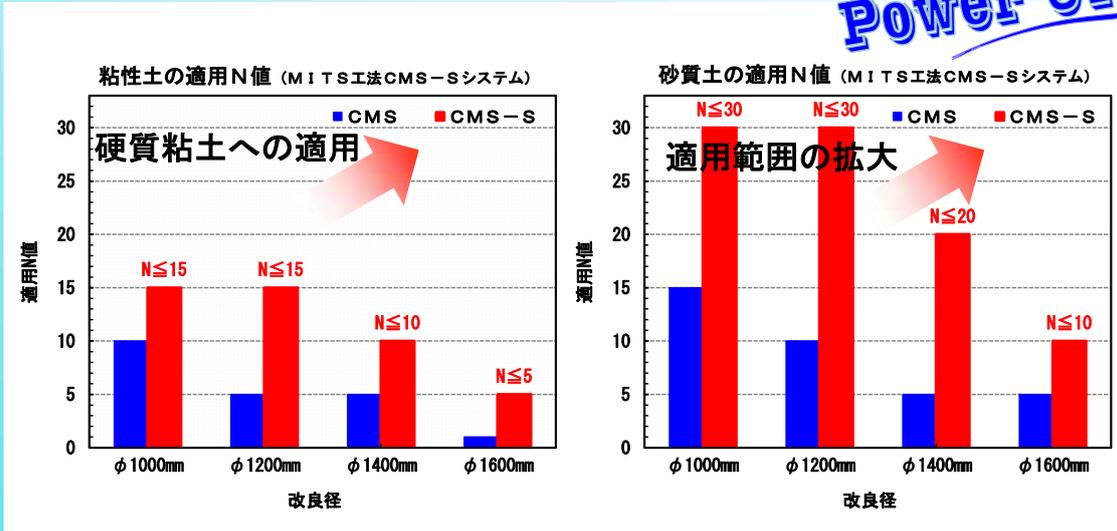
MIT S工法協会
ミッツ

CMS-Sシステムの特長

● 硬質地盤への対応が可能

小型地盤改良機の高トルク攪拌能力と噴射圧併用の相乗効果により、N値15の粘性土やN値30の砂質土などの硬質地盤に適用できる。

Power UP



MITSE工法協会
ミッツ

周辺変位の低減(CMS-Sシステム鉄道近接施工事例)



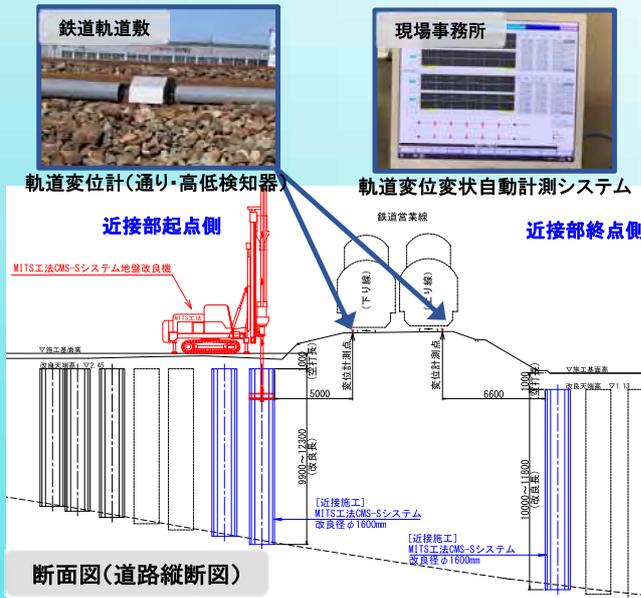
セメントスラリーの注入に伴う盛り上がり土を地上まで積極的に排出させることで変位低減

- ✓ 噴射ノズルとスラリー逸走防止機構を有する特殊攪拌翼
- ✓ セメントスラリーの中圧噴射を併用

- ☞ 中圧噴射の併用により、攪拌混合効率の向上
- ☞ 改良土の流動性を向上し盛り上がり土を排出
- ☞ 周辺地盤の変位低減
- ☞ 品質の高い柱状改良体の造成

MITSE工法協会
ミッツ

周辺変位の低減(CMS-Sシステム鉄道近接施工事例)



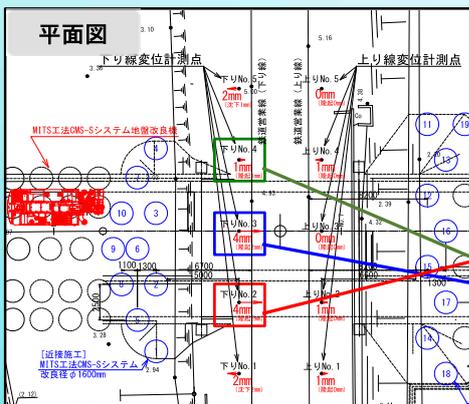
最近接部施工状況

施工仕様

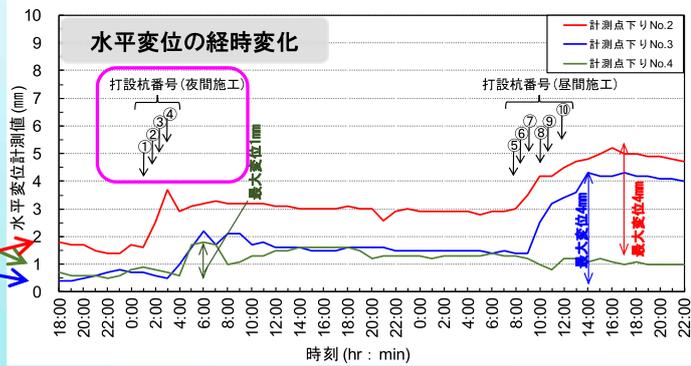
施工仕様	近接部起点側	近接部終点側	終点側
改良径(mm)	φ1600	φ1600	φ1600
貫入・引上吐出量(L/min)	160	160	160
噴射圧力(MPa)	15	15	15
固化材添加量(kg/m ³)	200	230	230
W/C(%)	86	87	87
貫入時間(min/m)	2.0	2.5	2.5
引上時間(min/m)	1.0	1.0	1.0
設計基準強度(kN/m ²)	500	600	600
確認項目	軌道敷変位	軌道敷変位	改良体品質

MITSE工法協会

周辺変位の低減(CMS-Sシステム鉄道近接施工事例)



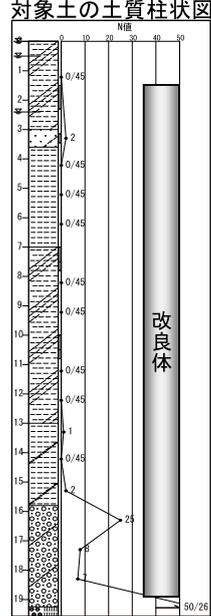
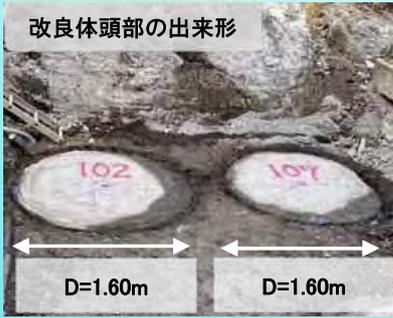
※杭番号は打設順序



- ✓ 鉛直変位: $-1 \sim +2\text{mm}$
- ✓ 最近接杭No.1~4施工時に水平変位1mm
- ✓ 28時間経過後の2列目施工時に水平変位4mm
- ☞ 限界値15mm, 作業中止値10mm, 警報値6mmの基準値未満で施工完了(微小な変位)

MITSE工法協会

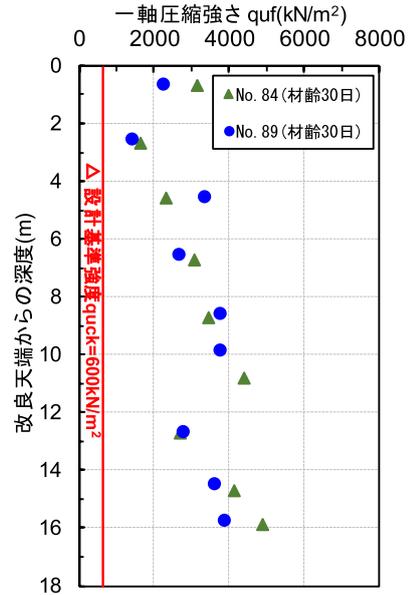
CMS-Sシステム改良体の品質確認(出来形と採取コア)



チェックボーリングによる改良体採取コア

(m)	深度(cm)										対象土質	採取率 (%)
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
1	[Core]										空打	-
2	[Core]											93%
3	[Core]											97%
4	[Core]											94%
5	[Core]											98%
6	[Core]											95%
7	[Core]											98%
8	[Core]										粘性土	99%
9	[Core]											96%
10	[Core]											96%
11	[Core]											97%
12	[Core]											93%
13	[Core]											97%
14	[Core]											90%
15	[Core]											92%
16	[Core]											94%
17	[Core]											96%
18	[Core]										砂礫	95%
19	[Core]											94%
20	[Core]											92%
	全長											95.3%

改良体の一軸圧縮強さ深度分布

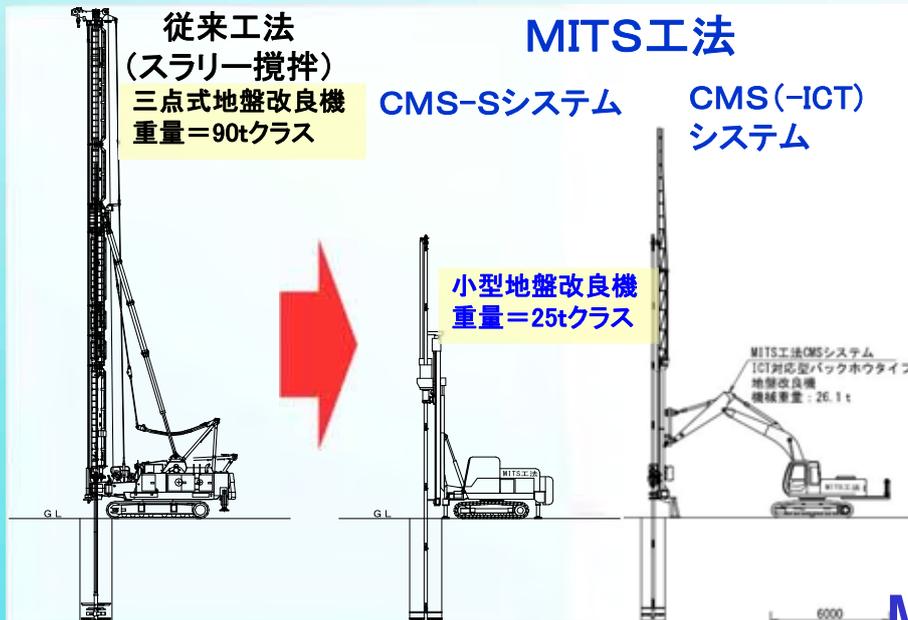


- ✓ 直径1.60mの改良体頭部の出来形を確認
- ✓ コア採取率 $95.3\% \geq 90\%$
☞ 連続性の高い改良体
- ✓ 全てのコアで設計基準強度以上を確保
☞ 品質の高い改良体

従来工法とMITS工法の比較

● コンパクトな小型地盤改良機

25tクラスのコンパクトな小型地盤改良機を用いるため、狭隘な施工場所や軟弱地盤上での施工においても、仮設足場や搬入路が簡易であり、施工性に優れる。

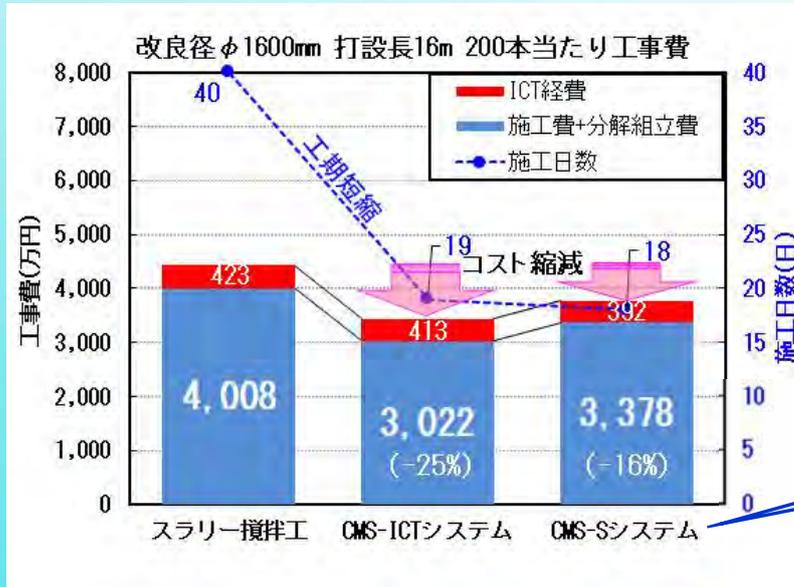


従来工法とMITS工法の比較

【積算条件】

改良径φ1600mm、配合量150kg/m³、粘性土N≤1

打設長=16m、改良長=15m、本数=200本、2マシン施工



✓ 従来より、16%~25%のコスト削減
 ✓ 小型地盤改良機を用いた、2マシン施工により工期を大幅に短縮
 ✓ 工期短縮により、ICT経費も安価
コスト削減を実現

高トルク仕様であり、
高N値地盤でも対応可能

※小規模な仮設足場や組立ヤードでもコスト削減！

MITS工法CMS-ICTシステム

国土交通省 NETIS

No. QS-210009-A : 中圧噴射機械攪拌工法 (MITS工法CMS-ICTシステム)

No. QS-190020-A : 高トルク型中圧噴射機械攪拌工法 (MITS工法CMS-Sシステム)

- ICT施工により、3次元計測技術を用いた出来形管理が可能。
- 施工性のよい小型地盤改良機を用いて、深度25m程度までの幅広い土質に改良径φ1600mmの適用が可能。

高トルク中圧噴射攪拌技術

ICT施工管理

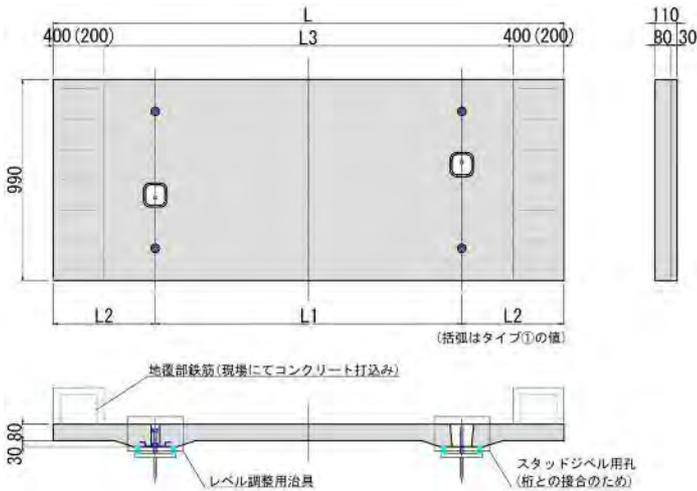
ご清聴ありがとうございました



技術概要

技術名称	高耐久材料を用いた薄型・軽量の歩道床版「ESCON歩道床版」	担当部署	ESCON技術開発部
		担当者	小林 裕貴
NETIS登録番号	QS-210060-A	電話番号	03-3340-5564
会社名等	株式会社エスイー	MAIL	yuki_kobayashi@se-corp.com
技術の概要	<p style="text-align: right;">↓ ESCONホームページ ↓</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p>1. 技術開発の背景及び契機 橋側歩道橋、横断歩道橋等の床版は従来、鋼製デッキプレート床版（波板鋼板上に普通コンクリートを現場打設した床版）が多く用いられています。現在多くの鋼製デッキプレートでは腐食による劣化が進行しており、また、それに伴う腐食片の落下による第三者被害が懸念されています。そのような背景から国土交通省でも軽量・高耐久で維持管理コストが低減できる新しい床版補修技術の公募を行っています。</p> <p>2. 技術の内容 本技術は高強度繊維補強コンクリート製の歩道用プレキャストRC床版です。高強度・高耐久という特長を持つ繊維補強コンクリート「ESCON」の使用により、床版の耐久性が向上し、長寿命化が期待できます。また、高強度を活かし既設床版と比較し薄型・軽量と出来るため、施工性の向上が期待できます。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">ESCON歩道床版の適用事例(左：跨線橋、右：張り出し歩道)</p> <p>3. 技術の効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐久性に優れたESCONの使用により床版の長寿命化が期待できます。 ・海岸地域や融雪剤散布地域などの高腐食環境下においても使用できます。 ・既設床版と比較し、薄型・軽量とできるため、施工性の向上が期待できます。 ・補強繊維の効果により、コンクリート片剥落の懸念が小さくなります。 ・プレキャスト製品であるため、コンクリート現場打ち等の作業工程を省略でき、工期の短縮が図れます。 <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ・歩道用床版の新設、あるいは、更新に適用できます。 ・様々な橋長、支間長、床版形状に対応できます。 ・ラフタークレーン、またはフォークリフトによる架設が可能です。 <p>5. 活用実績（2022年11月2日現在） 自治体2件(九州2件)</p>		

6. 写真・図・表



- ・床版構造-----プレキャストRC床版
- ・材 料-----ESCON
- ・版 厚-----80mm

タイプ	支間長	張り出し長	有効幅員	全幅	重量
	L1	L2	L3	L	
	(mm)				(kg)
①	1,000	450	1,500	1,900	439
②	1,500	650	2,000	2,800	625
③	2,000	400	2,000	2,800	625
④	2,000	650	2,500	3,300	727

※上表は標準寸法。別途条件に応じた寸法にすることが可能です。

ESCON歩道床版構造(標準)



施工手順(例)

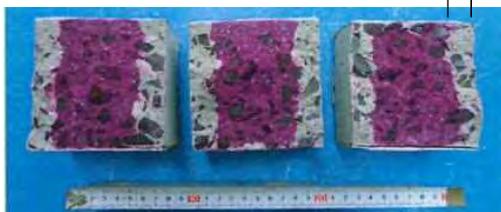
【促進中性化試験結果(52週)】



中性化深さ 平均0.0mm

ESCON

中性化
無し



中性化深さ 平均19.4mm

普通コンクリート

← 中性化
領域

【透気試験結果】

種 類	加圧力(MPa)	透気係数(m ²)	平均値(m ²)	
ESCON	1	0.15	4.1×10 ⁻²⁰	4.2×10 ⁻²⁰
		0.20	2.0×10 ⁻²⁰	
		0.30	1.1×10 ⁻²⁰	
	2	0.15	1.0×10 ⁻²⁰	
		0.20	7.2×10 ⁻²⁰	
		0.30	4.2×10 ⁻²⁰	
	3	0.15	4.5×10 ⁻²⁰	
		0.20	2.9×10 ⁻²⁰	
		0.30	1.7×10 ⁻²⁰	
一般的なコンクリート		1.0×10 ⁻¹⁷ ~ 10 ⁻¹⁶ m ²		



試験実施状況

高耐久性材料を用いた薄型・軽量な歩道床版 「ESCON歩道床版」

目次

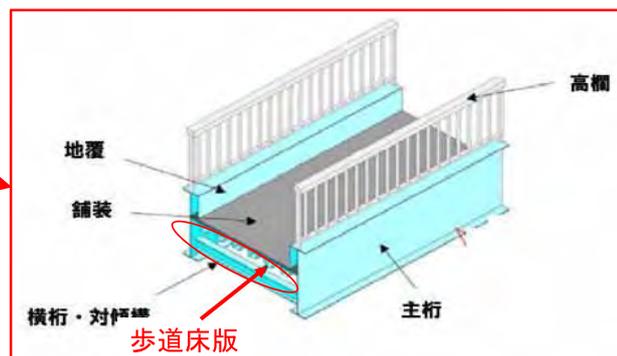
- 1.開発の背景
- 2.ESCONとは？
- 3.技術の概要と活用効果
- 4.設計・施工事例のご紹介

SEC 株式会社 エスイー

ESCON技術開発部 小林 裕貴

1.開発の背景

◆ 歩道床版とは？



歩道部を持つ橋に広く利用されている

横断歩道橋



跨線橋

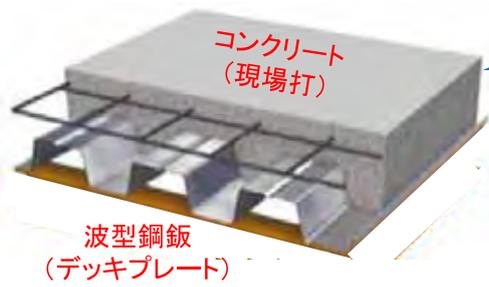


側道橋



1.開発の背景

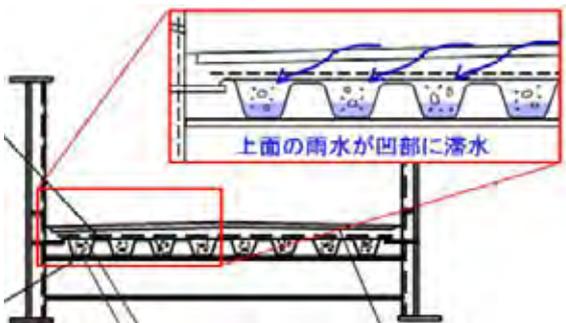
◆ 従来技術(鋼製デッキプレート床版)



- ・従来多く用いられてきた床版
(横断歩道橋標準設計(建設省制定)に記載)
- ・初期コストが比較的安価

➡ 鋼板腐食による劣化

デッキプレート劣化のメカニズム

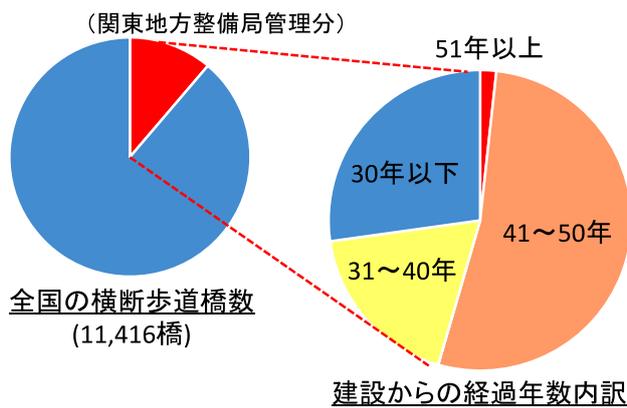


(国土交通省資料より抜粋)



1.開発の背景

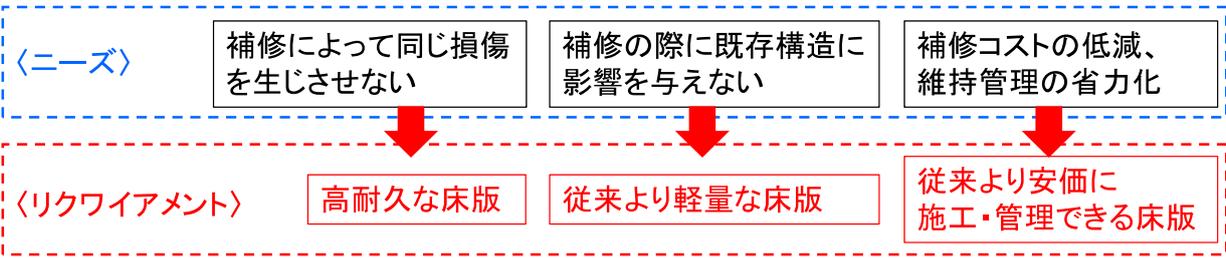
◆ 国土交通省での取り組み



- ・横断歩道橋の耐用年数は約50年
- ・今後、補修対象となる橋は増加する見込み

10年後・・・約55% が補修対象
20年後・・・約73%

・・・国土交通省では「**軽量で耐久性に優れる横断歩道橋の床版技術の公募**」を実施(令和2年)



2.ESCONとは？

高強度、高耐久という特長を持つ「超強度合成繊維補強コンクリート」

高強度

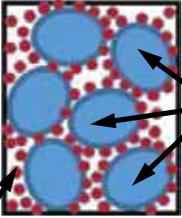
	一般的なコンクリート	ESCON
水セメント比	45～55%	15～22%
圧縮強度	18～45N/mm ²	100N/mm ² 以上

➡ 部材の薄型化、軽量化

高耐久

…緻密なコンクリートで劣化因子の侵入がほとんど無い

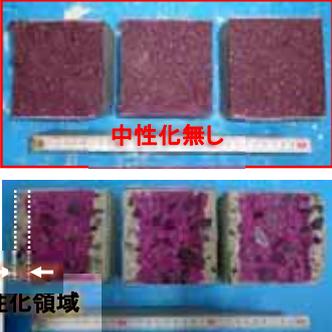
組織のイメージ



セメント粒子

シリカフューム(微粒子)

促進中性化試験結果(52週)



ESCON

中性化無し

普通コンクリート

中性化領域

劣化要因

- 中性化
- 塩化物イオンの侵入
- 凍結融解

ESCON

劣化の懸念小
部材の長寿命化

4

2.ESCONとは？

◆ ESCONの活用例

ESCON受圧板
(NETIS: QS-170016-VE)



ESCONグレーチング
(NETIS: QSK-190006-A)



ESCON保護パネル
(NETIS: KT-200119-A)



ESCON歩道床版
(NETIS: QSK-210060-A)



5

3.技術の概要と活用効果

◆ ESCON歩道床版とは？

・・・ESCON製のプレキャストRC歩道床版。新設、または更新に適用

適用例



張り出し歩道(北九州市)



跨線橋(鹿児島市)

(その他)

- 横断歩道橋
- 橋側歩道橋 など

様々な設計条件に対応可能
(支間長、形状、高欄有無等)

特長

- 高耐久 ... 床版の長寿命化、維持管理コスト低減
高腐食環境下でも活用可能
- 軽量 ... 施工性向上、既設構造に与える影響小
- 施工性UP ... 現場工程省略による工期短縮
(コンクリート現場打設がない)

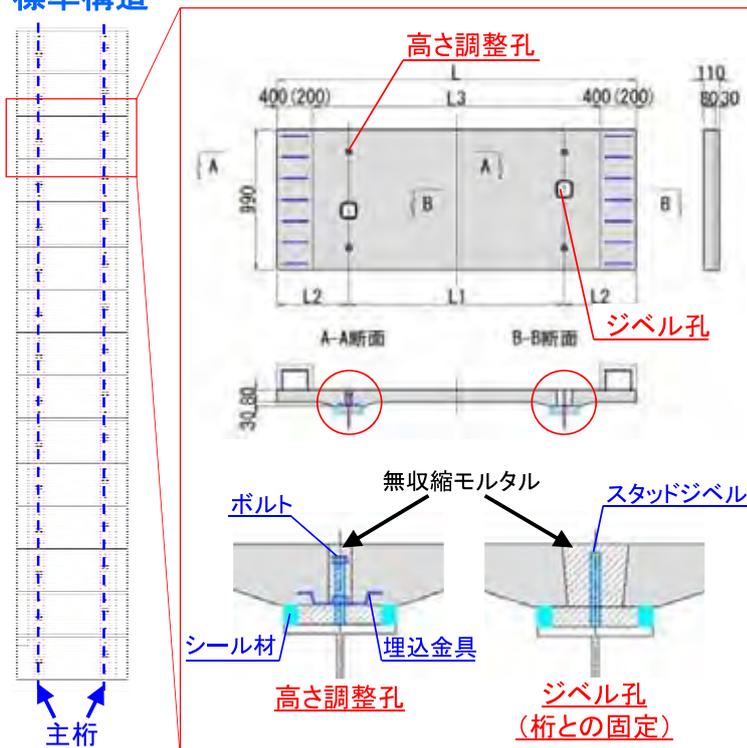
国土交通省の
リクワイヤメントに適合

- 高耐久
- 従来より軽量
- 従来より安価に施工・管理できる

6

3.技術の概要と活用効果

◆ 標準構造



- 構造-----RC構造
- 材 料-----ESCON、鉄筋(SD345)
- 版 厚-----80mm

標準寸法(他寸法でも可)

支間長 L1	張出長 L2	有効幅員 L3	全幅 L	重量
(mm)				(kg)
1,000	450	1,500	1,900	439
1,500	650	2,000	2,800	625
2,000	400	2,000	2,800	625
2,000	650	2,500	3,300	727

その他構造例

- 横桁支持構造(横断歩道橋)
- 斜橋
- 排水桝設置
- 伸縮装置設置 など

7

3.技術の概要と活用効果

◆設計と性能実験

「道路橋示方書」(日本道路協会)を参考に設計(許容応力度法)

設計強度

ESCON設計基準強度	100 N/mm ²
ESCON許容圧縮応力度	30N/mm ²
鉄筋許容引張応力度	140N/mm ²
ヤング係数比	4.5

1/3

設計荷重は床版自重+群衆荷重(人)

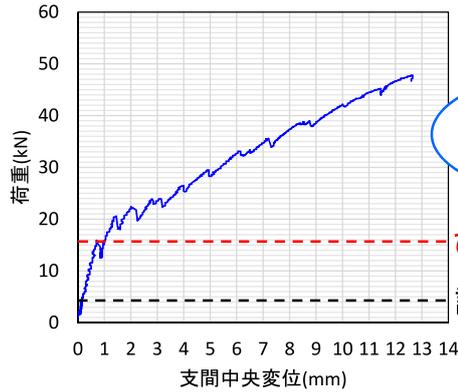
- +フォークリフト荷重
- +除雪車荷重
- +風荷重

必要に応じて

性能試験例(載荷試験)



荷重-変位(支間中央)



設計荷重に対して十分な耐力

ひび割れ発生

設計荷重

8

3.技術の概要と活用効果

◆施工方法例(跨線橋)



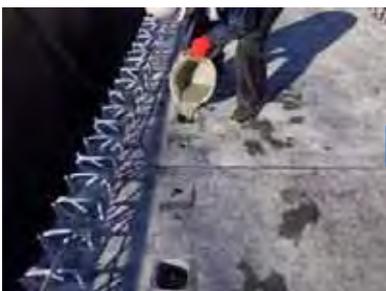
①スタッドジベル溶接



②桁上にシール材設置



③床版架設、高さ調整



④ジベル孔に無収縮モルタル充填



⑤床版目地に無収縮モルタル充填



⑥完了

9

3.技術の概要と活用効果

◆従来技術との比較(デッキプレートからの更新を想定)

跨線橋(橋長15m、床版幅2.5m、床版支間1.5m)の場合

項目		鋼製デッキプレート床版	ESCON床版	
床版厚		t=100mm	t=80mm	
重量(1m ² あたり)		245kg/m ²	225kg/m ²	
構造的性		既設と同構造であり、更新による下部工への荷重影響は無し	—	既設より軽く、更新による下部工への荷重影響は無し ◎
維持管理性		鋼板腐食が懸念され、再塗装、更新が必要	—	耐久性に優れ、維持管理費軽減が可能 ◎
経済性 (LCC50年)	初期コスト	76,300円/m ²	—	169,000円/m ²
	維持管理コスト	95,000円/m ² (更新1回)	—	— ◎
	トータルコスト	171,300円/m ²	—	169,000円/m ²
施工日数(床版工のみ)		21日	—	16日 ◎

※初期コストは床版工のみの直工費。
維持管理コストは床版撤去工含む

軽量、高耐久、LCC低減、工期短縮

10

4.設計・施工事例のご紹介

◆施工例(鹿児島市 坂之上人道橋)

跨線橋(下にJR線)。劣化した床版(デッキプレート)の取替。



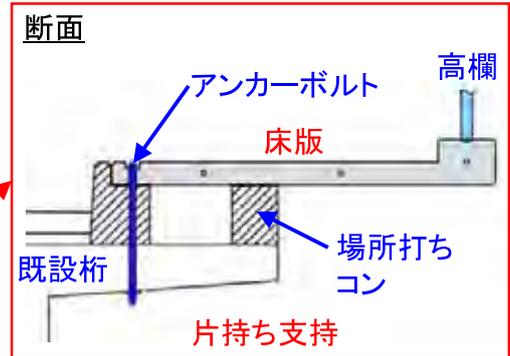
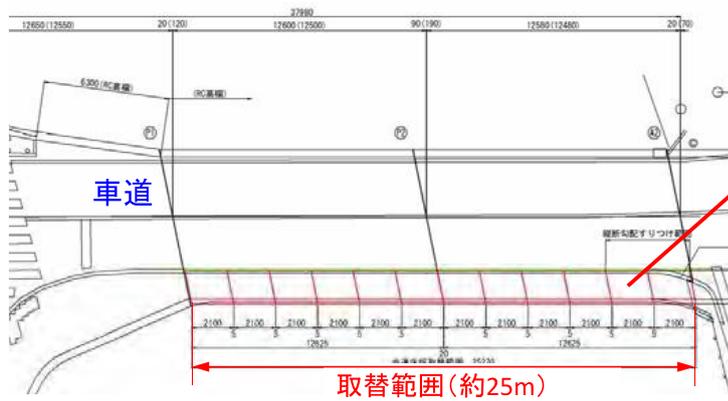
ESCONの補強繊維によりコンクリート片の線路上への剥落を防止できる

11

4.設計・施工事例のご紹介

◆ 施工例(北九州市 梅崎橋)

車道に接する歩道部(張出歩道)の床版取替

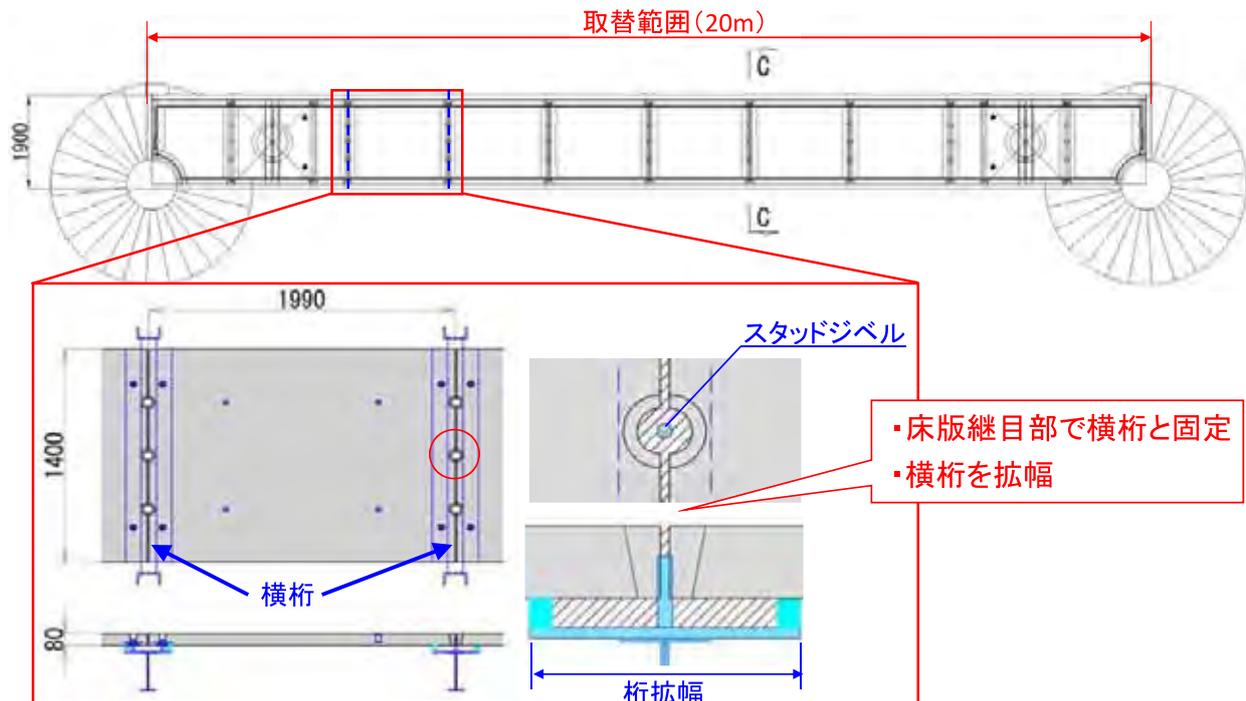


12

4.設計・施工事例のご紹介

◆ 横断歩道橋 検討事例

老朽化した駅前横断歩道橋の床版取替

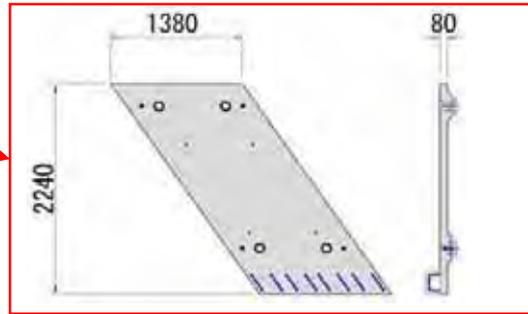
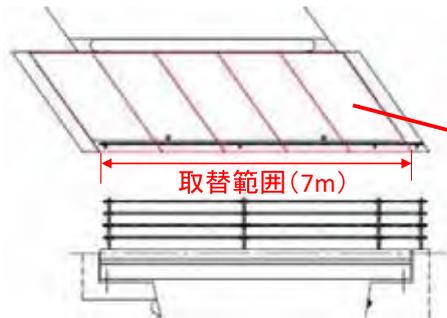


13

4.設計・施工事例のご紹介

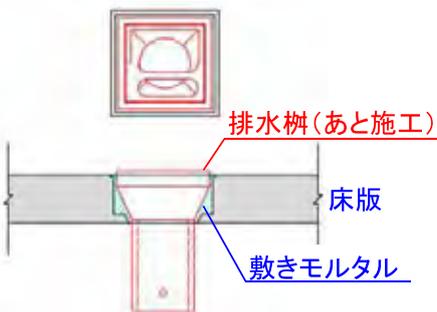
◆その他 検討事例

斜橋の床版取替(橋側歩道橋)

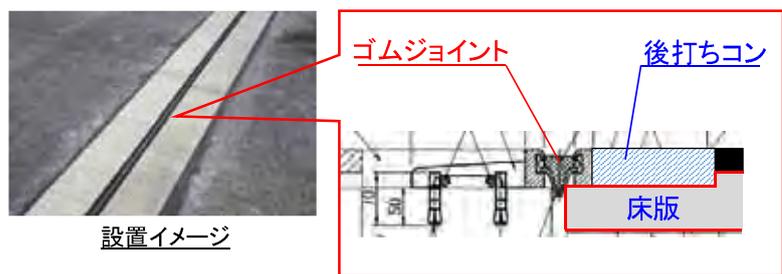


様々な形に対応可能

排水柵の設置



伸縮装置の設置



14

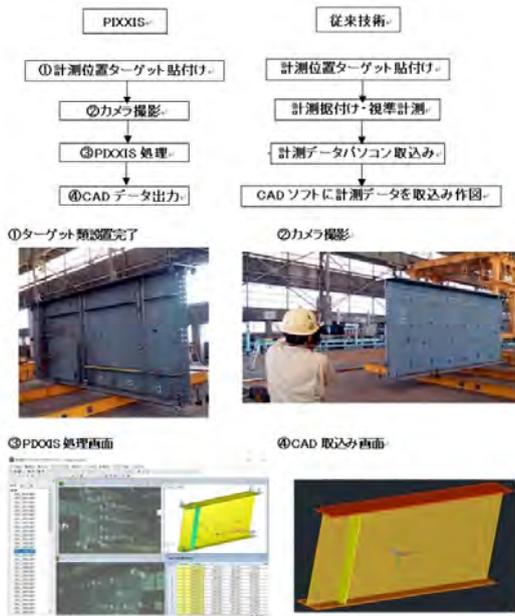


技術概要

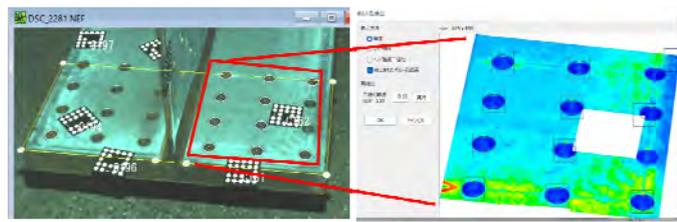
技術名称	デジタルカメラ三次元計測システムPIXXIS2	担当部署	知的生産統括部 システムエンジニアリング部
		担当者	SoftBridge株式会社 高口昇
NETIS登録番号	KT-210092-A	電話番号	06-6648-8244
会社名等	MHIパワーエンジニアリング株式会社、SoftBridge株式会社	MAIL	PIXXIS@softbridge.co.jp
技術の概要	<p>1. 技術開発の背景及び契機</p> <p>近距離写真測量(Close Range Photogrammetry)と呼ばれる高精度な3次元計測分野がある。計測ターゲットを計測位置に貼り付け多視点から撮影する方法がとられるが、ターゲットの貼り付け作業が煩雑となることがこの手法の課題となっていた。また、計測データから製作図面を作成する場合は、計測点データをcsvファイル等に変換後、三次元CADに取り込み、計測点を結ぶ線分などの図形を作成する必要があった。そこで従来の近距離写真測量システムに写真に写る構造物のエッジを認識させることで計測ターゲットを不要とし、写真上の計測点を見ながら作図データを作成することで作業の効率化を図るシステムを開発することにした。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>三次元計測作業をトータルステーション計測作業からカメラ撮影作業に変えた。計測位置を認識させるシールターゲット貼り付け作業が、部材端部やボルト孔、フランジではエッジ認識させるとして、貼り付け作業が不要となった。三次元CAD図の作図作業を写真上で計測点を見ながら作業する方法に変えた。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>カメラ撮影に変えたことにより、計測作業が簡単になる。また測量技術者を必要としなくなる。エッジ認識に変えたことにより、シールターゲットの貼り付け作業が低減する。エッジ交点を自動的に求めることができるので、人による交点位置へのターゲット貼り付け精度のばらつきが低減される。写真上で計測点をチェックする方法に変えたことにより、作図作業時間が短縮される。また、計測位置や方向を記載した用紙等を一緒に撮影することで図面の天地左右の取り間違いや、類似形状が多い場合の取り間違いを防ぐことができる。エッジ認識技術により写真上で計測点の追加や位置修正が行えるようになった。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p>一回の撮影に使用できるコードターゲット(写真を繋ぐために計測対象物と周囲にばらまいて設置する)数は200枚まで。例えば、計測対象物から5m離れて撮影する場合、一度に計測可能な範囲は高さ3m×幅25m×奥行1m程度。撮影枚数は150枚程度となる。計測対象物から撮影カメラまでの被写体撮影距離は、1m～12m。(ストロボの光が届く範囲)高さ方向が5m以上ある場合は、撮影仰角は60度以内。使用するデジタルカメラの画素数は本技術指定カメラで1000万画素以上。</p> <p>5. 活用実績(2022年4月1日現在)</p> <p>国の機関 16件(九州 7件、九州以外 7件) その他公共機関 16件(九州6件、九州以外10件) 民間2件</p>		

6. 写真・図・表

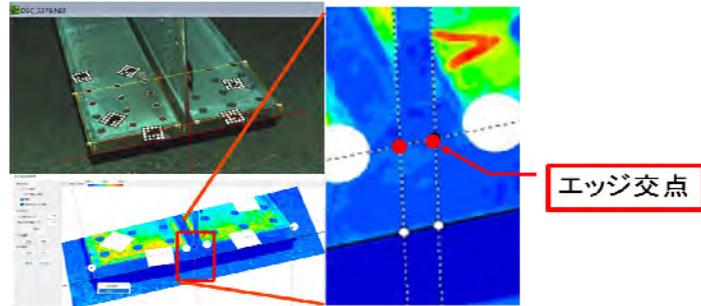
処理フロー図



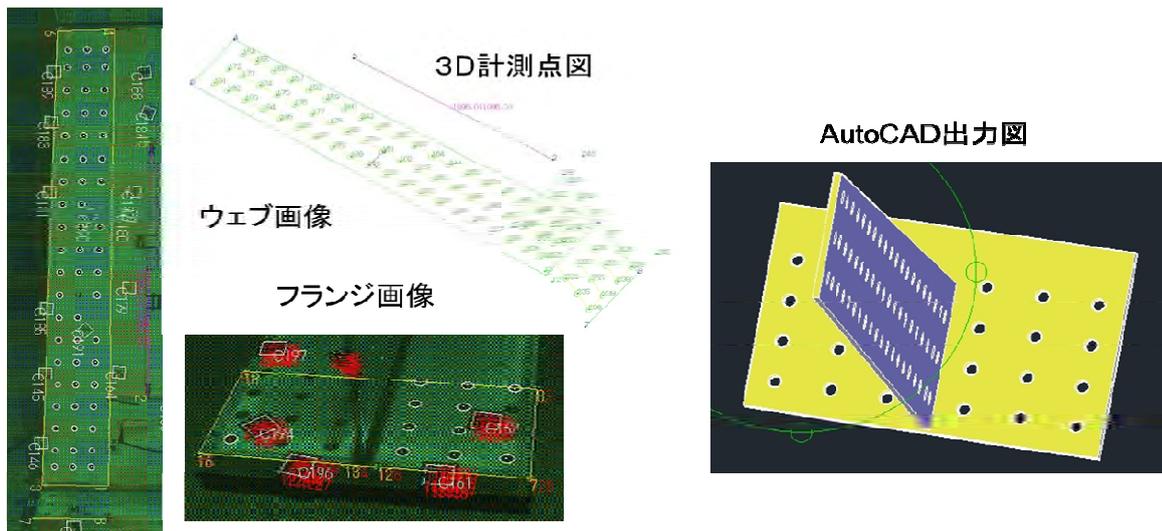
ボルト孔エッジ抽出例



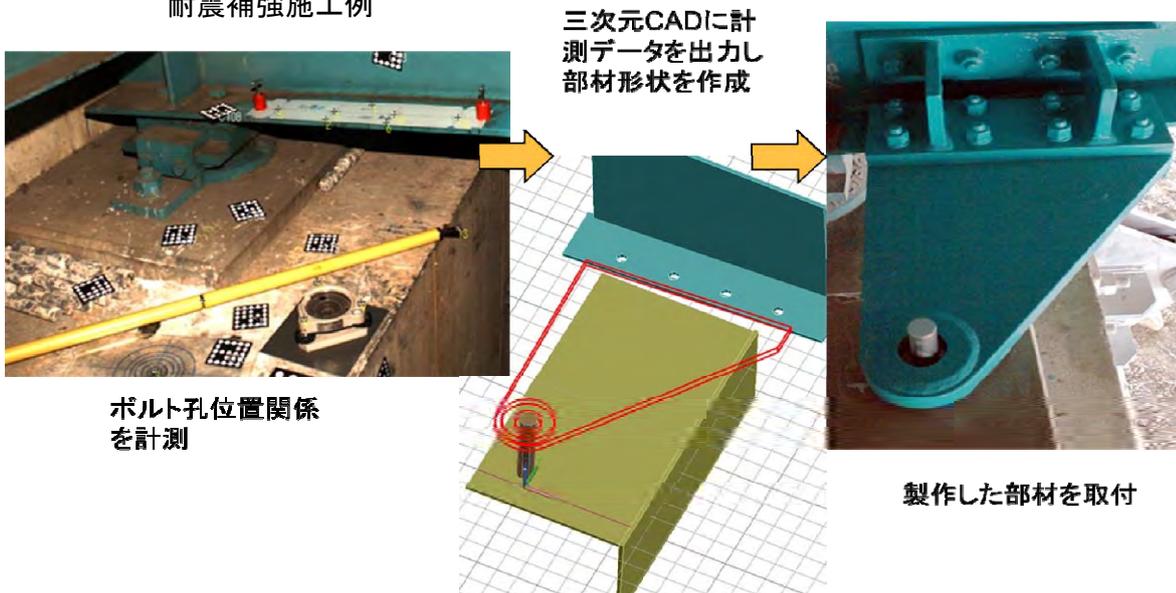
エッジ交点抽出例



三次元CAD出力例

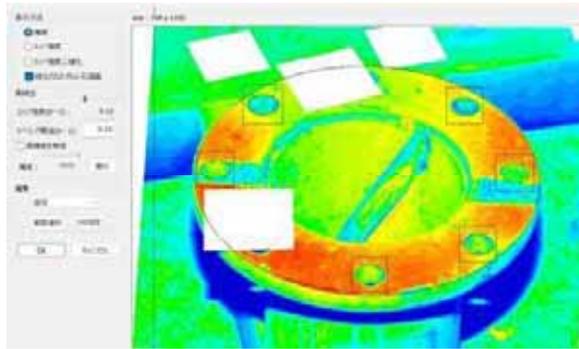


耐震補強施工例



PIXIS2

デジタルカメラ三次元計測システム



2022年11月2日



SoftBridge株式会社



MHIパワーエンジニアリング株式会社

1



デジタルカメラ計測とは

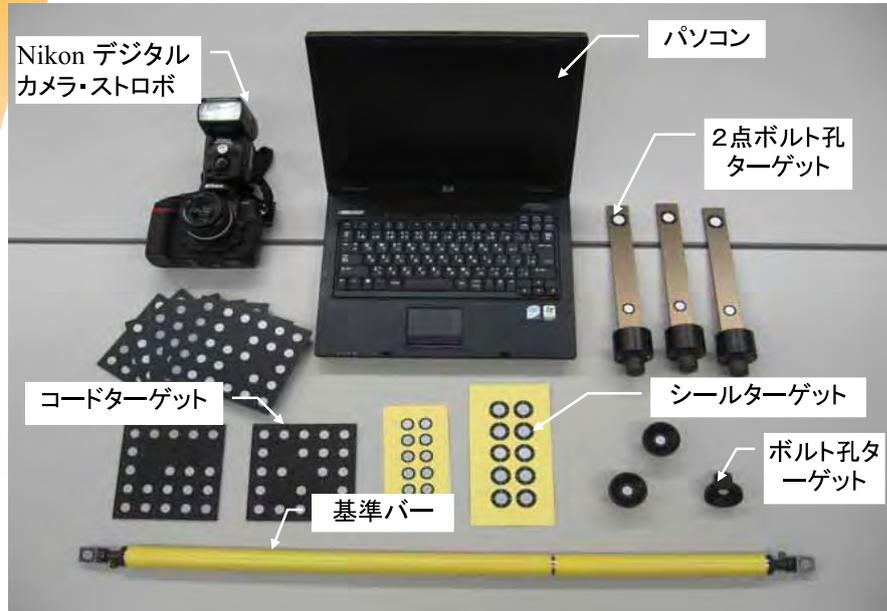
- 複数の角度から撮影した写真から三次元座標を求める
 - 二次元データから三次元データを復元する技術
 - エピポラ幾何と呼ばれる数学技法の応用
- 計測位置の自動認識
 - 計測位置にマーク(ターゲット)を設置すると複数写真上の同一点をコンピュータが自動認識する
- 計測位置を写真で確認
 - 計測位置を写真上のマークで確認する
- トータルステーションと同程度の計測精度
 - 1秒読みトータルステーションと同程度の計測精度

MPWE&SB

2

使用機材

- カメラ・パソコン・ターゲット・基準バー



MPWE&SB

PIXISの特徴(1)

- 手軽に計測

- トータルステーション等の光波系測距器に比べ取扱いが簡単
- 屋内・屋外いずれでも使用可能

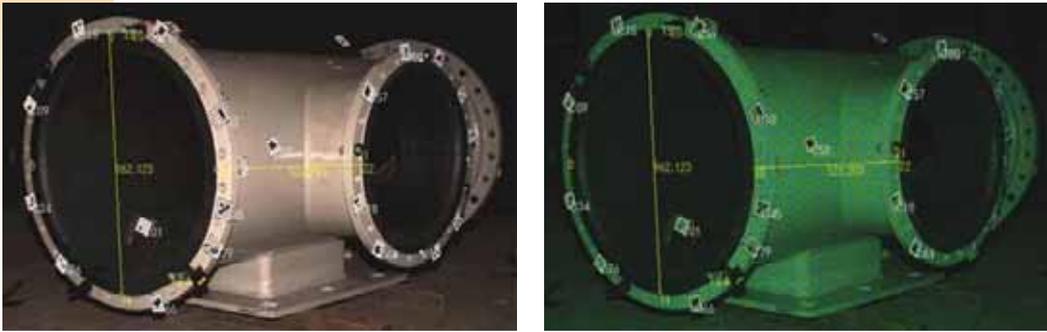


MPWE&SB

PIXXISの特徴(2)

- 状況写真と計測データが連動
 - 撮影写真上で寸法を確認
 - 工事看板なども一緒に写し込み

左図JPG画像、右図RAW画像

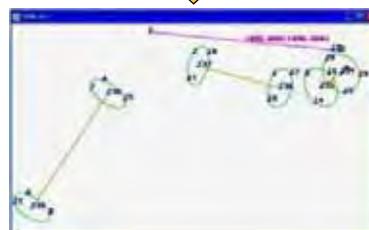
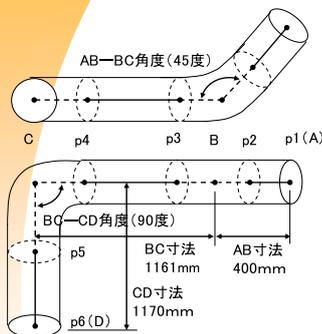


MPWE&SB

5

PIXXISの特徴(3)

- テープでは求めにくい三次元角度や長さを簡単に計算



	テープ計測	カメラ計測	誤差
AB寸法	400	396.07	-3.93
BC寸法	1061	1063.85	2.85
CD寸法	1170	1171.49	1.49
AB-BC角度	45	46.04	1.04
BC-CD角度	90	90.05	0.05

MPWE&SB

6

PIXISの特徴(4)

- データ取り間違いミスの防止
 - 類似形状が多い場合部材位置を記載した用紙と一緒に撮影
 - 計測データの天地左右向きも写真を見ればわかる

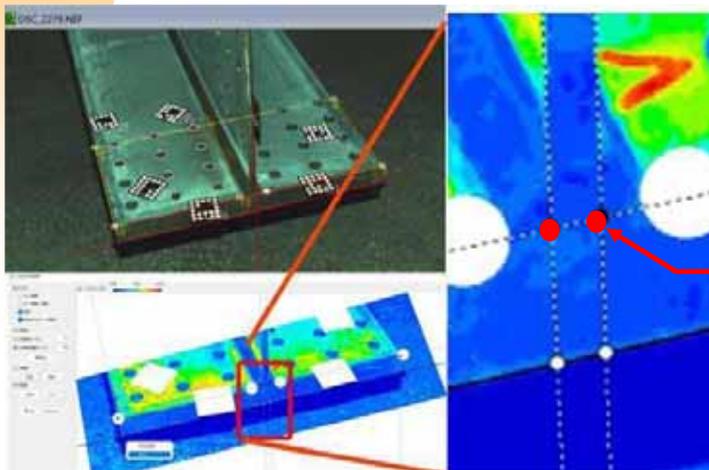


MPWE&SB

7

PIXISの特徴(5)

- エッジ交点認識機能
 - 写真上のエッジ交点を抽出し三次元座標を求めることができる
 - 計測位置へのシールターゲット貼り付けが不要
 - 撮影現場に戻らなくても、写真上で計測点を追加できる



エッジ交点

MPWE & SB

8

PIXISの特徴(6)

- 円のエッジ認識機能
 - ボルト孔等の円のエッジを認識し中心座標を求める

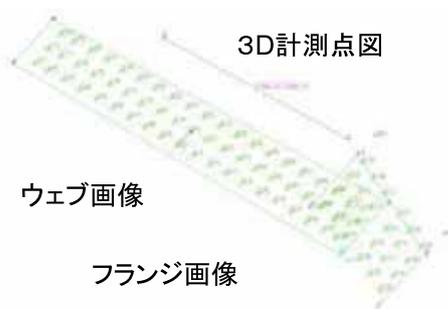
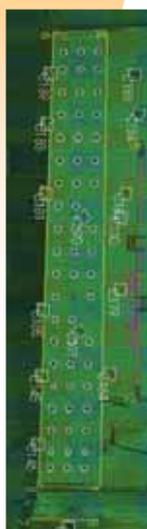


MPWE & SB

9

PIXISの特徴(8)

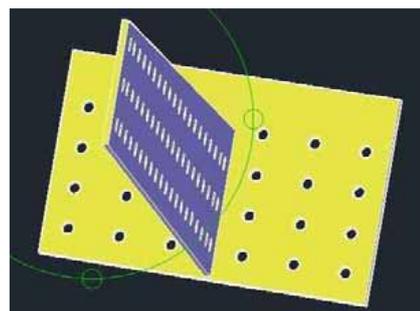
- 写真上で図化作業
 - 写真上の計測点を指定して多角形等作図できる
 - 写真上で板厚方向を確認してCADデータを作成
 - AutoCADスクリプト形式の図形データを出力



ウェブ画像



AutoCAD出力図

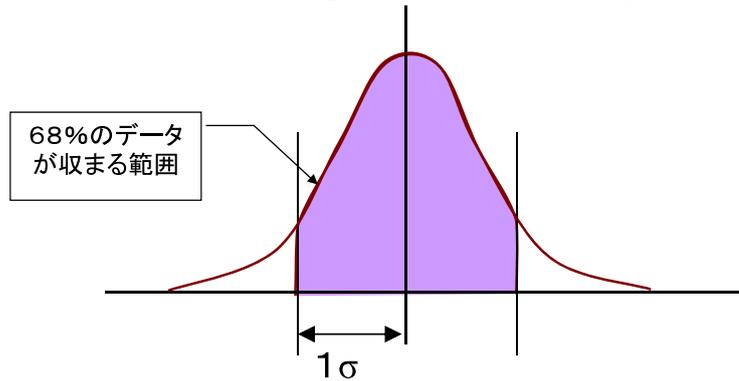


MPWE & SB

PIXIS基本計測精度

■ 三次元高精度計測

- 計測精度に影響する要因
 - カメラ素子画素数、レンズ焦点距離、被写体平均撮影距離
- 1500万画素、24mm広角レンズ、被写体平均撮影距離3mの場合
- $1\sigma = 0.165\text{mm}$ (三次元上の誤差)
 - 1σ : 標準偏差と言われ、約68%の確率で入る誤差
 - 計測精度は同じ計測点を繰り返し計測した場合の値のばらつき度合い



MPWE&SB

PIXIS画面

- 写真上に計測点を表示
- 三次元モデル画面に対応する計測点を表示
- 写真と三次元モデルを使用して作図処理



MPWE&SB

既存計測器との比較

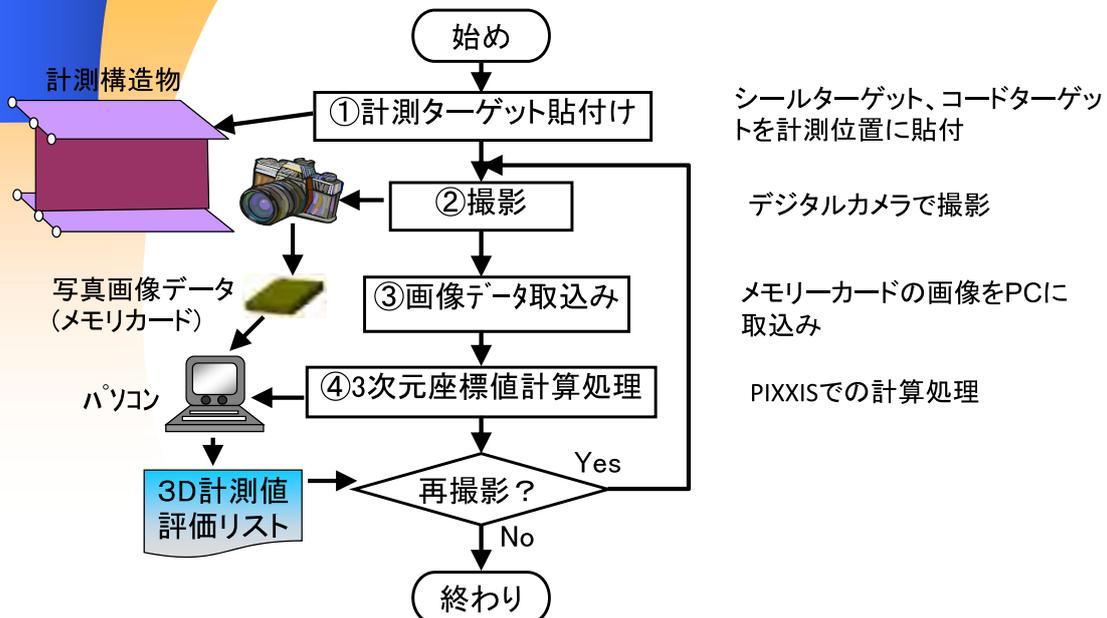
■ 光学系三次元計測器との計測精度比較



10m長さ比較(単位mm)	計測平均値	標準偏差	計測精度
トータルステーション(MONMOS)	10000.049	0.047	1/212,767
PIXIS(平均78枚撮影)	10000.255	0.157	1/63,696
PIXIS(平均54枚撮影)	10000.401	0.260	1/38,463

MPWE&SB

計測作業手順



MPWE&SB

ターゲット類貼付け

- 計測位置にシールターゲットを貼付け
- 任意位置にコードターゲットを貼付け



MPWE&SB

15

カメラで撮影

- デジタルカメラで複数の方向から撮影

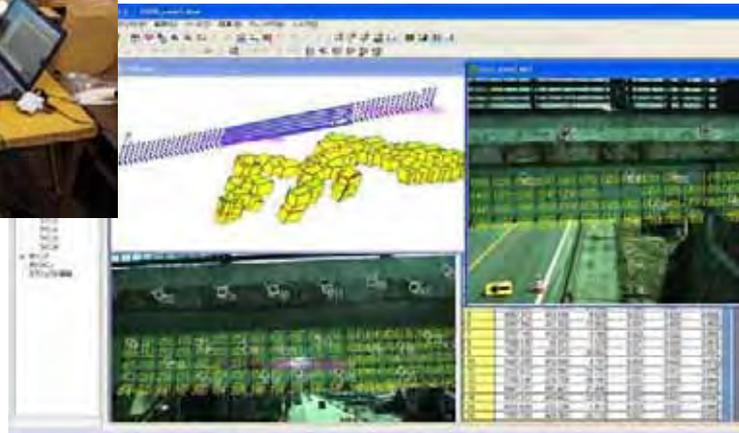


MPWE&SB

16

パソコン操作

- 撮影画像をパソコンに取り込み三次元座標を求める



MPWE&SB

作業状況ビデオ



MPWE&SB

計測作業時間

- 鋼構造物(7m×1m×2m程度の全周計測)
 - ターゲット貼付け、撮影、ターゲット撤去で1時間程度
 - ターゲット貼付け作業で脚立などの足場有無により変わる
- 既存補修現場(2m×2m程度の面)
 - ターゲット貼付け、撮影、撤去で1か所20～30分程度
 - 現場条件により変わる

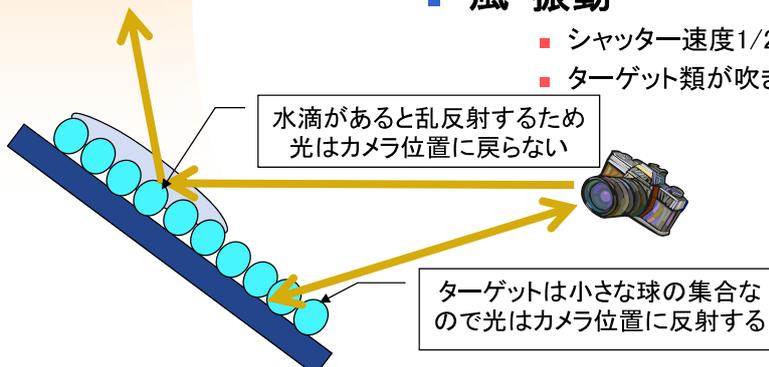


MPWE&SB

19

計測時の制限事項

- 撮影距離 1m～15m程度
 - ストロボの光が届く範囲
- ターゲット類に水滴を付けない
 - ストロボ反射光がカメラ方向に戻らない
- 温度
 - 氷点下の気温でも計測可能であるがカメラ内部温度が0～40度程度の範囲内となる時間内
- 風・振動
 - シャッター速度1/250でぶれない程度
 - ターゲット類が吹き飛ばされない程度



MPWE&SB

20

計測後に行う作業

- エッジ抽出機能を使用した座標計算
 - 板の角などエッジ交点の三次元座標計算
 - ボルト孔・リベット中心などの円中心座標と半径の計算
- 写真上の任意位置を指定した座標計算
 - 3枚以上の写真上の同一点をマウスで指定する
- 計測標系の座標変換
 - トータルステーション計測座標系への変換
 - 設計3次元座標系への計測座標変換
- PIXIS計測データからCADデータを作成
 - 写真上の計測点を見ながら多角形。線分等の図形を作成
 - 作成した図形に色やレイヤ等の属性を付けてAutoCADデータ出力

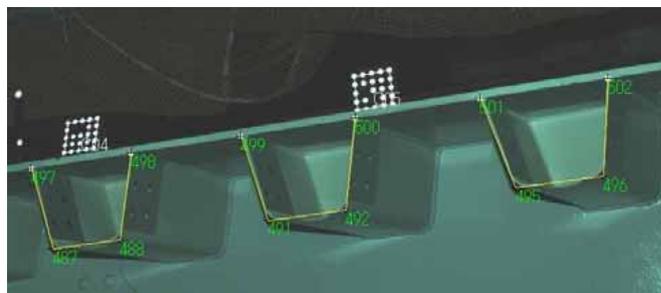
MPWE&SB

21

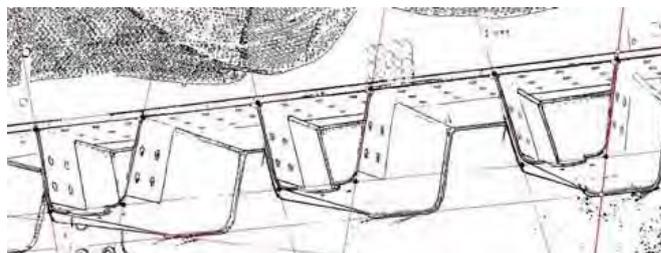
エッジ交点認識

- 画像からエッジを抽出し、指定したエッジ交点を計算

撮影画像



画像から抽出したエッジ

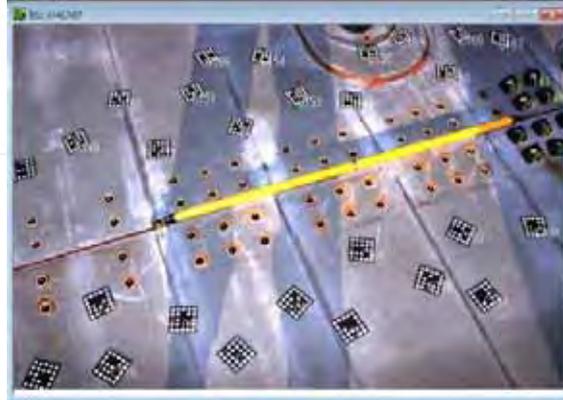


MPWE&SB

22

円エッジ認識手順

- 円のエッジを認識し中心座標を求める
 - ボルト孔円のエッジを認識し円中心点を求める

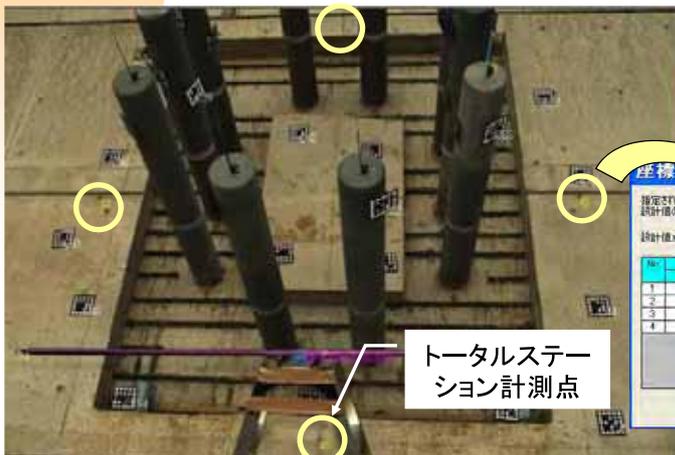


MPWE & SB

23

他の三次元計測器との連携

- トータルステーション等の座標系に計測座標を変換
 - 工事全体の主要点はレーザを使用したトータルステーションで計測
 - 主要点内の細かい計測点はPIXISで計測
 - PIXISの計測座標系合わせ機能により全体座標系に変換



基準4点のトータルステーション座標を入力

座標変換 設計値へすりつけ

指定された中心点の座標系と、入力された設計値と最も近い座標系を求め、その座標系に変換して下す。

設計値の点数・座標値、および変換後の座標値を出力します。

設計値点数: 4

No.	X	Y	Z	高	傾	傾	傾
1	32999.000	4342.000	345761.000	45	1.437	0.093	0.145
2	31983.000	2849.000	345795.000	30	-1.498	-0.643	0.079
3	32701.000	1349.000	345742.000	12	1.000	0.653	0.758
4	32694.000	2649.000	344497.000	42	-1.090	-0.097	-0.902

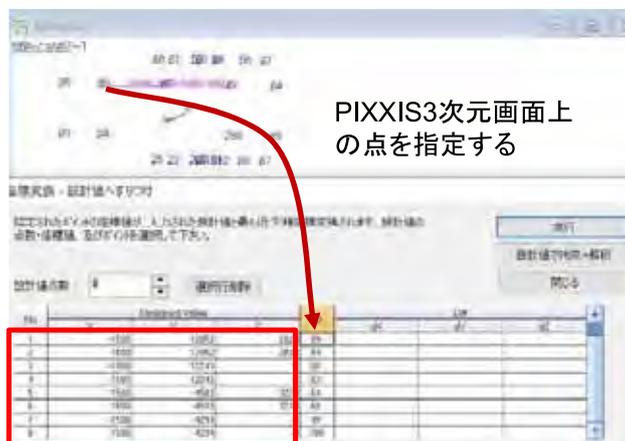
実行 閉じる

MPWE & SB

24

計測座標を設計座標系に変換

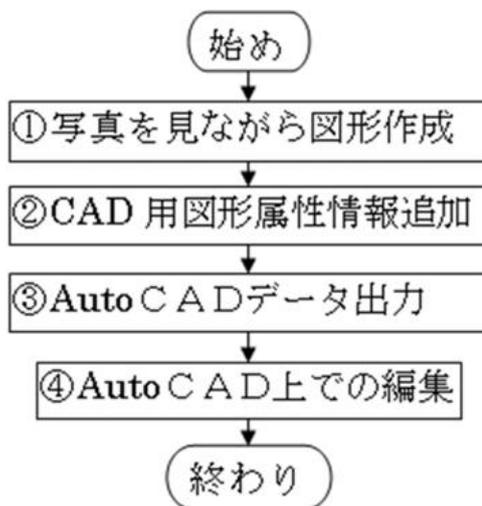
- 三次元設計座標に対応する計測点を指定して変換
 - 設計値に対応する3点以上の計測点を指定して全ての座標を変換
 - トータルステーション座標系変換と同じ機能



設計三次元座標

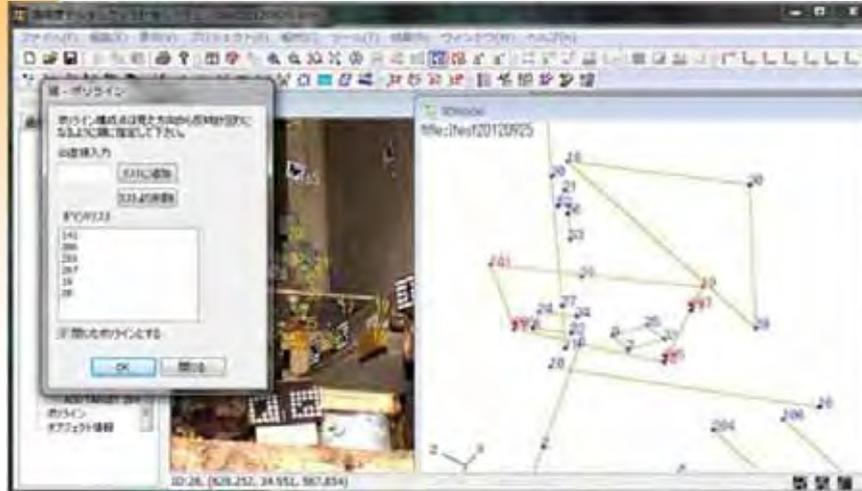
CADデータ作成(1)

- 手順は次の通り



CADデータ作成(2)

- 写真や3Dモデル上の図形を見ながら作成
 - 下図は多角形指定画面の例

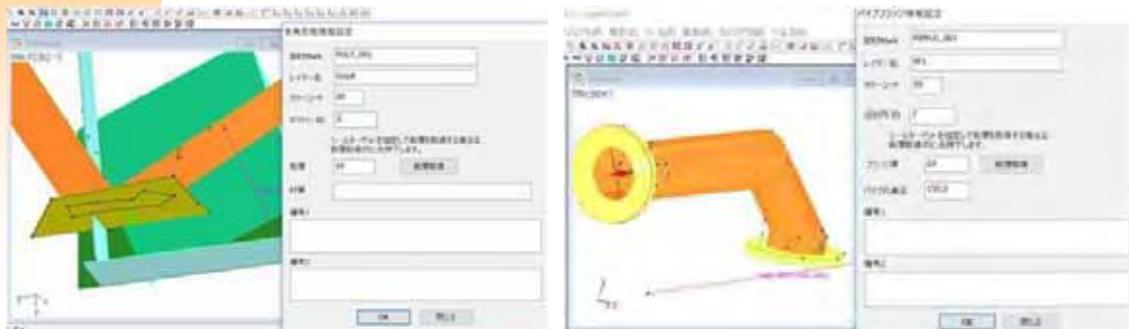


MPWE & SB

27

CADデータ作成(3)

- CAD図形属性の追加
 - 色・レイヤ名等の指定
 - 板厚・管径等の指定
 - ボルト孔・隣接面等の指定

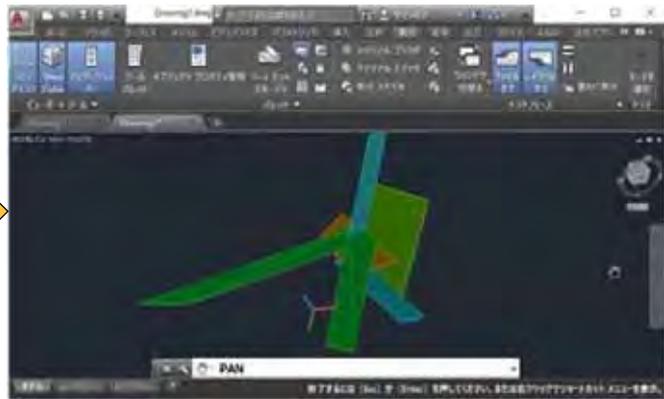
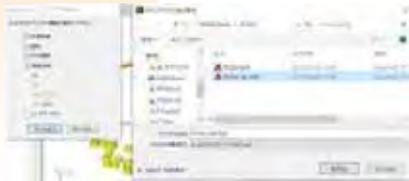


MPWE & SB

28

AutoCADデータ出力

- AutoCADスクリプト形式データを出力
 - AutoCADに読み込み編集
 - AutoCADはAutoCAD2019以降を推奨
 - AutoCAD LTは3Dデータのスクリプト実行できないため作図不可



MPWE & SB

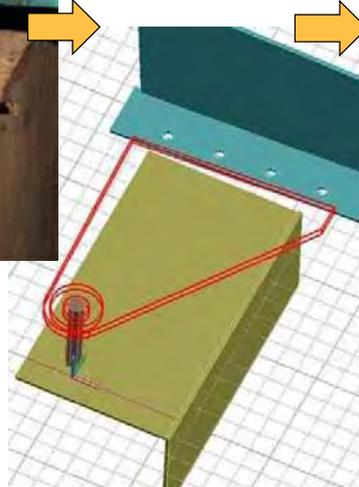
三次元CAD利用例1

- 三次元空間上の部材形状を簡単に作成



ボルト孔位置関係を計測

三次元CADに計測データを出力し部材形状を作成



製作した部材を取付

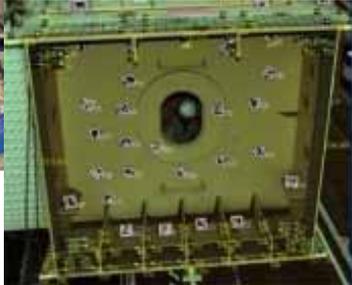
MPWE & SB

三次元CAD利用例2

- 既設構造物三次元形状CAD出力

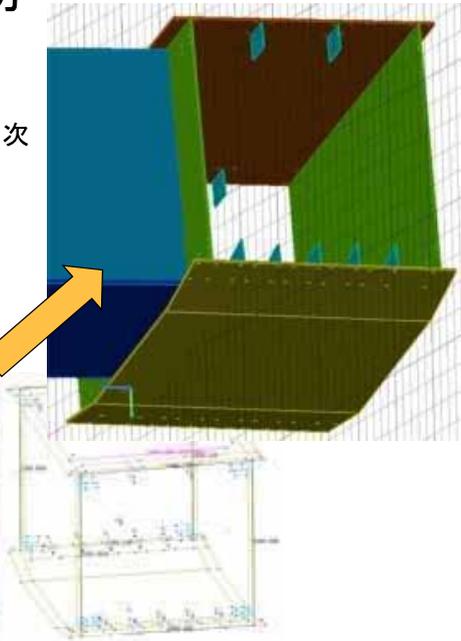


撮影作業



PIXIS画面

AutoCAD三次元形状出力



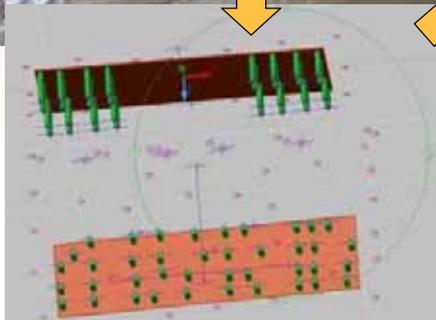
MPWE&SB

立体面の二次元投影図を作成

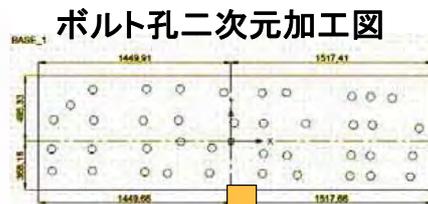
- 側面・上面の位置関係を持つ投影図を作成



撮影



3D位置関係図



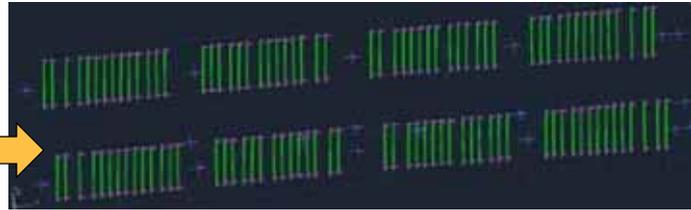
完成

MPWE&SB

ボルト上下端二次元投影図を作成

- 橋梁下部工鉄筋を計測し橋梁上部工製作図面に反映
計測結果三次元CAD図

撮影状況



上部工製作図に計測ボルト位置を重ね合わせ

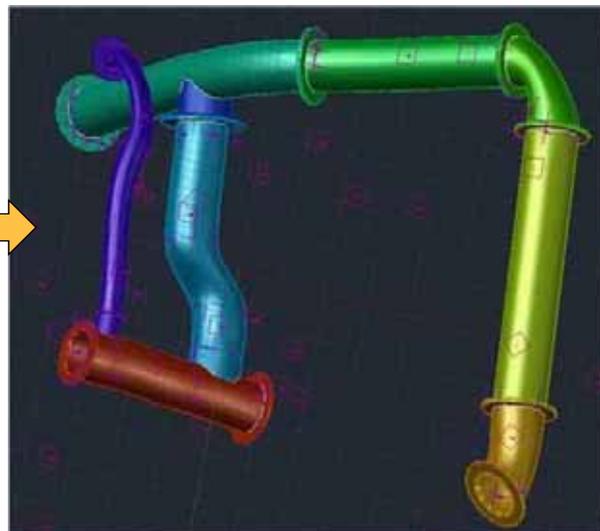


拡大図

MPWE&SB

配管三次元形状計測

- 既存管を計測し三次元CADデータを作成



MPWE&SB

コンクリート構造物計測事例

- シールドトンネルセグメント計測



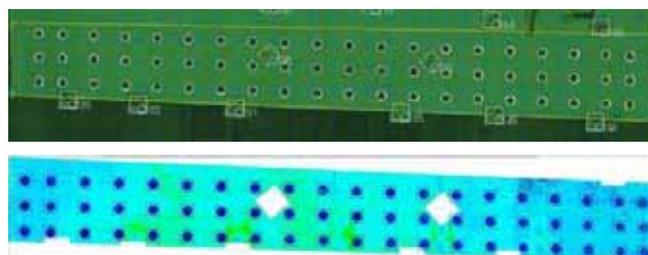
PC橋形状計測



MPWE&SB

技術論文雑誌運用報告

- 雑誌「橋梁と基礎」2008年5月号
 - デジタルカメラ計測を使用した数値仮組立てと架設計測との比較
- 雑誌「配管技術」2011年9月号
 - デジタルカメラを使用した三次元計測技術
- 雑誌「橋梁と基礎」2014年1月号
 - デジタルカメラ計測の橋梁補修補強工事への適用
- 雑誌「検査技術」2022年9月号
 - 近距離写真計測技術と画像認識によるターゲット省略技術



MPWE&SB

NETIS登録技術

- NETIS登録番号 KT-210092-A
- 技術名称 デジタルカメラ三次元計測システム
PIXIS2
- 副題 CADと連携する土木・鋼構造物向け高精度三次元デジタルカメラ計測システム
- 登録年月 2021年12月



MPWE&SB