

3眼カメラによる配筋検査技術「写らく」



土木学会 技術開発賞
国土技術開発賞 入賞
日本建設機械施工大賞 最優秀賞
エンジニアリング協会功労者賞
オープンイノベーション大賞 国土交通大臣賞
コンクリート工学会賞 技術賞
田中賞選考委員会 かけはし賞
みちのく i-Construction 奨励賞

清水建設株式会社 技術研究所
吉武 謙二



写らくの動画やリーフレットがあります。

配筋検査の効率化による生産性・安全性向上



配筋検査

配筋検査システムで
安全な場所から計測

- ・鉄筋径と本数
- ・配筋の平均間隔
- ・重ね継手の長さ



施工者の生産性・安全性向上

カメラやWeb会議システム
などで情報共有

音声通話



現場画像・検査画面
・検査帳票など



遠隔地から 検査立会

監督員



- ・現場移動時間の削減
- ・リモート・非接触で対応

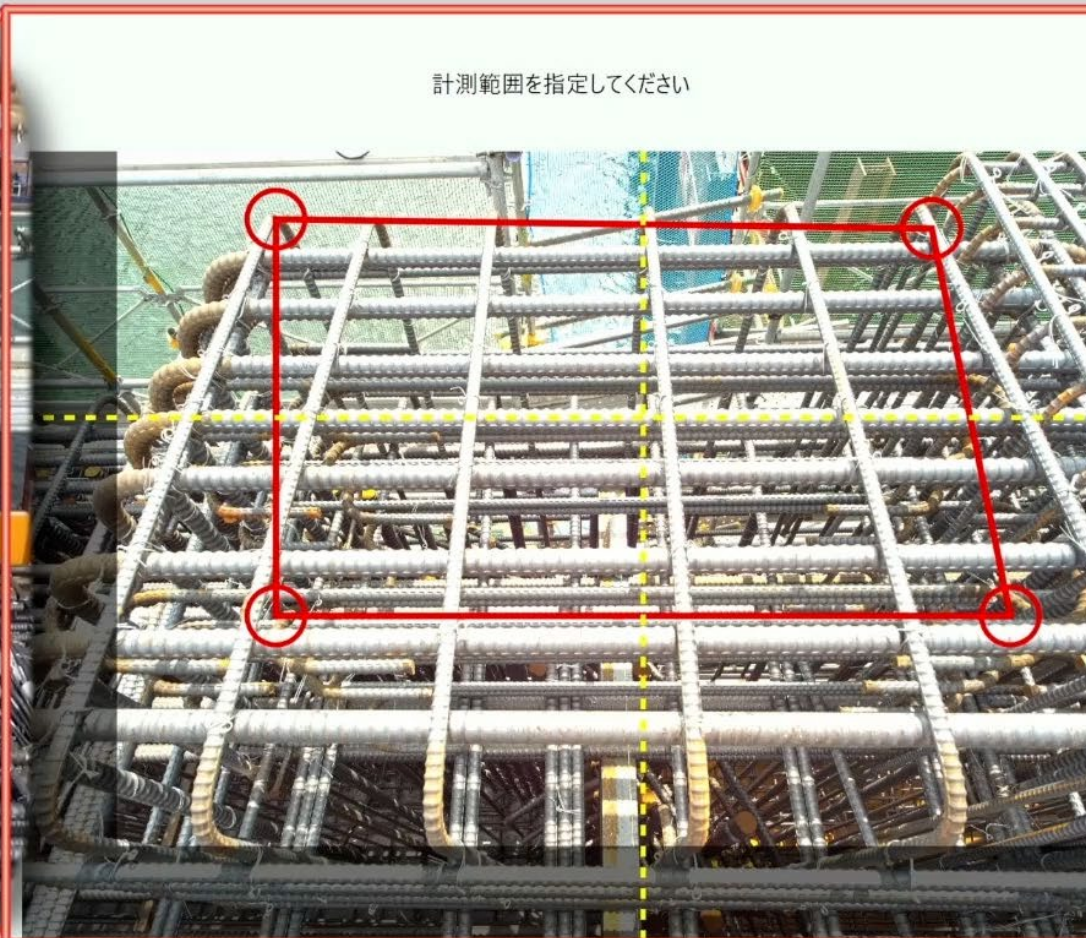
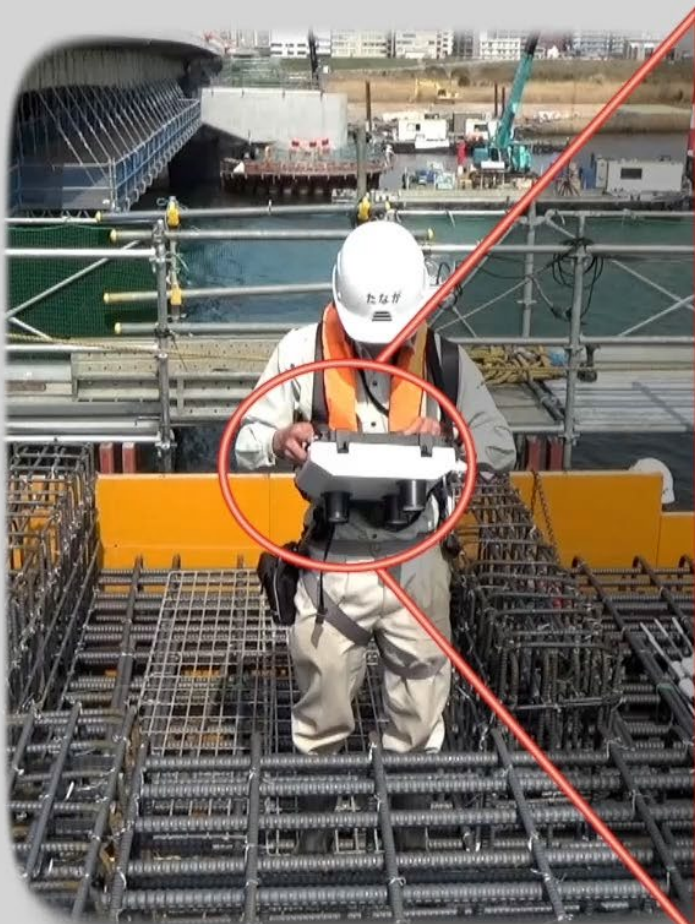
監督員の実生産性・安全性向上

従来の配筋検査 【現場での配筋計測作業】

10倍速



技術の概要 【現場での自動作成帳票】



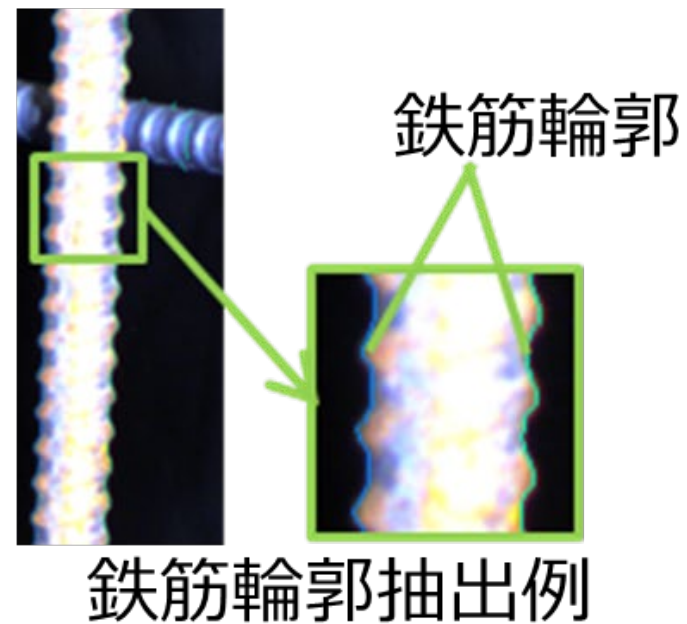
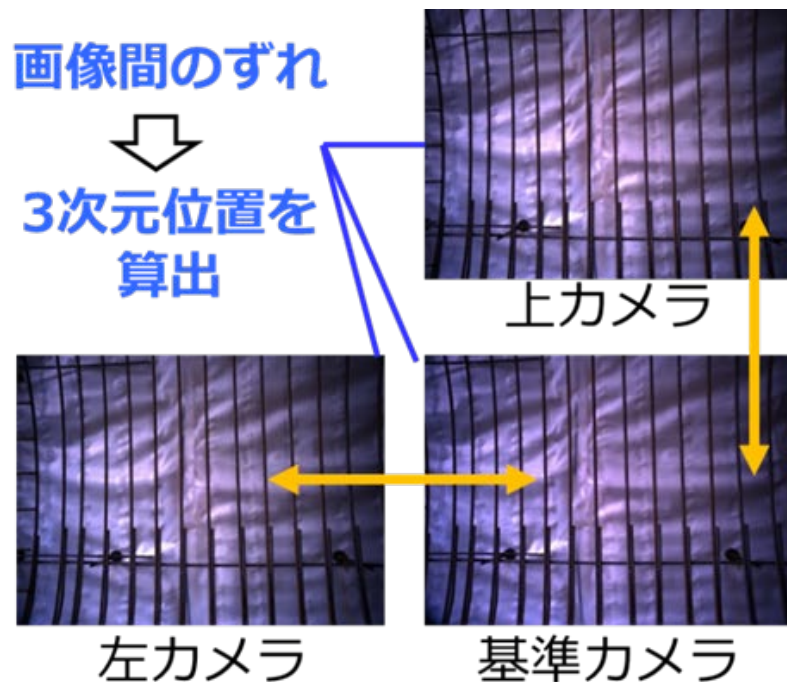
- 計測対象
- 最前面のみ計測
 - 2層目まで計測

- 詳細設定
- 継手判定処理なし
 - 継手判定処理あり

範囲リセット

計測開始

撮影に戻る



全ての鉄筋輪郭の3次元位置情報を抽出
→鉄筋の太さ, 間隔, 本数などを算定.

第4世代



頻発している接続エラーをなくすため
タブレットから給電, ライトの外だし



バッテリー
& LED

第3世代



第2世代

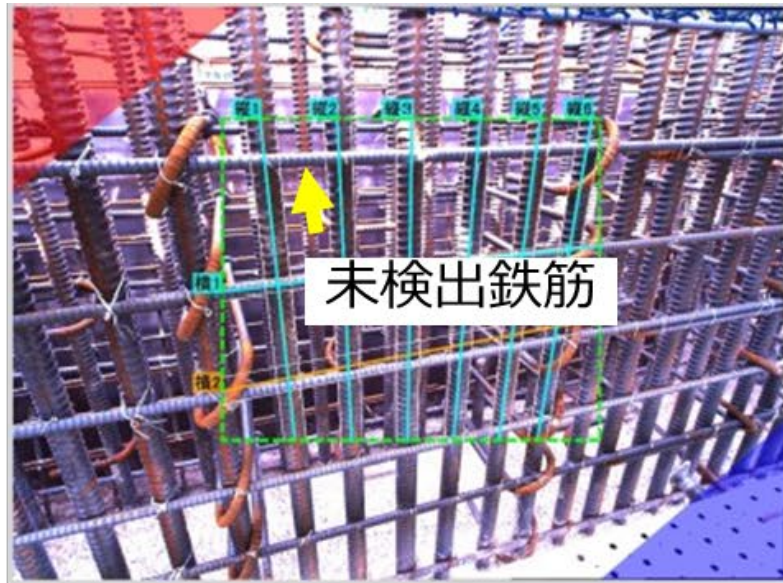


第1世代

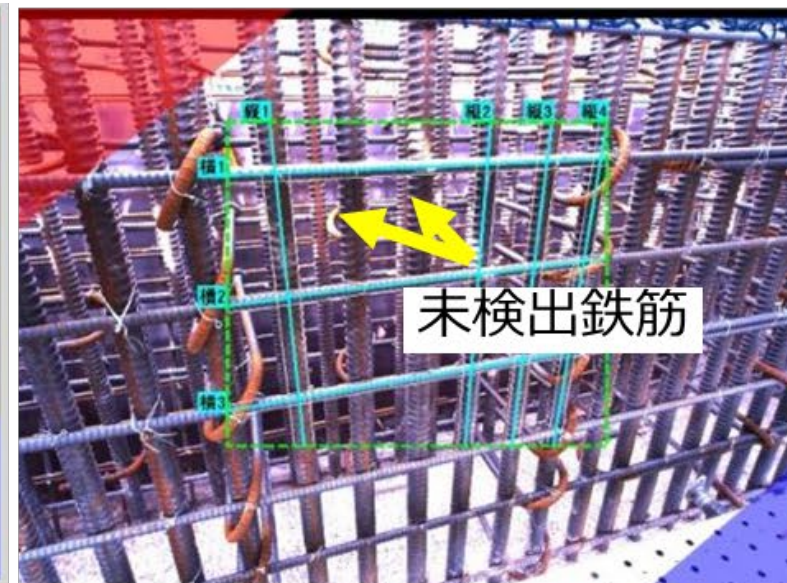




縦横3眼



横2眼



縦2眼

基線方向に対して平行方向の鉄筋，横2眼では横鉄筋，
縦2眼では縦鉄筋の未検出などの精度低下
→3眼カメラを採用

配筋検査システム ver 1.2.3.1277	
起動するソフトを選択してください	ソフトの説明： 登録した図面データから撮影場所を選択して3眼撮影を開始します。以下の計測を実行することができます。 ・鉄筋径，間隔の計測 ・重ね継手の長さ計測 ・任意の2点間距離計測 ・画像内の部材数カウント
<input checked="" type="checkbox"/> 配筋計測ソフト【床・壁】	
<input type="checkbox"/> 配筋計測ソフト【建築用柱】	
<input type="checkbox"/> 任意計測ソフト	
<input type="checkbox"/> 単眼撮影ソフト【計測なし】	
<input type="checkbox"/> 帳票ソフト	
<input type="checkbox"/> 複数画像統合ソフト	
<input type="checkbox"/> 精度確認ソフト	
<input type="checkbox"/> データ入出力ソフト	
	<input type="button" value="ソフト起動"/>
	<input type="button" value="閉じる"/>



検査写真

電子ロッド

電子黒板

工事名 2304動画

工種名

検査位置 A

検査日 2021年4月19日

設計ピッチ (縦) 250 (横) 125

設計規格 (縦) D19 (横) D35

鉄筋本数 (縦) 4 (横) 5

実測ピッチ (縦) 257 (横) 115

実測規格 (縦) --- (横) ---

自由記述 正面

図面



番号	設計値	判定結果	修正値	正誤判定
1	D19	D19	---	○
2	D19	D19	---	○
3	D19	D19	---	○
4	D19	D19	---	○

番号	設計値	判定結果	修正値	正誤判定
1	D35	D35	---	○
2	D35	D35	---	○
3	D35	D35	---	○
4	D35	D35	---	○
5	D35	D35	---	○

番号	設計値	測定値	修正値
1-2	250	234.0	---
2-3	250	281.7	---
3-4	250	255.9	---

番号	設計値	測定値	修正値
1-2	125	96.6	---
2-3	125	197.0	---
3-4	125	110.4	---
4-5	125	57.2	---

検査結果, 電子ロッド, 電子黒板, 図面などが同時に一つのJPEGファイルで出力.
写真と帳票の鉄筋番号が照合可能.

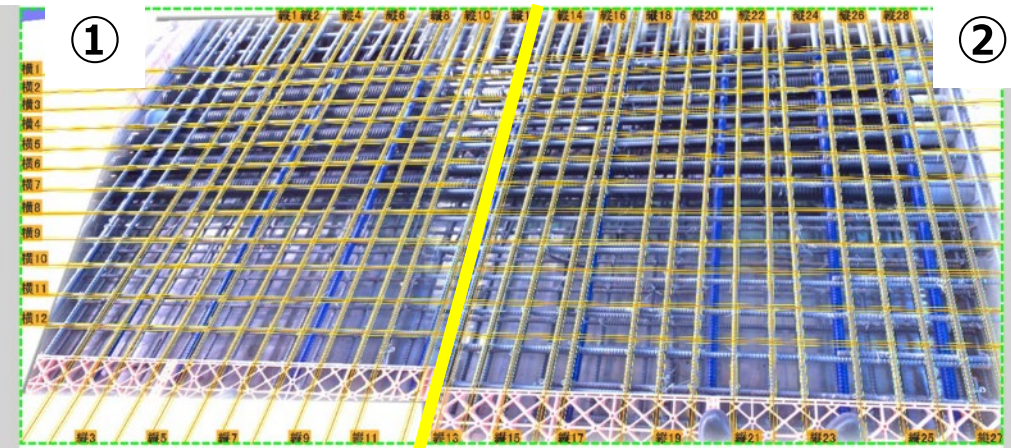
実機によるデモを
ご覧ください。



電子黒板&電子ロッド



スペーサー算定&電子ロッド



複数画像の統合



ロールマーク





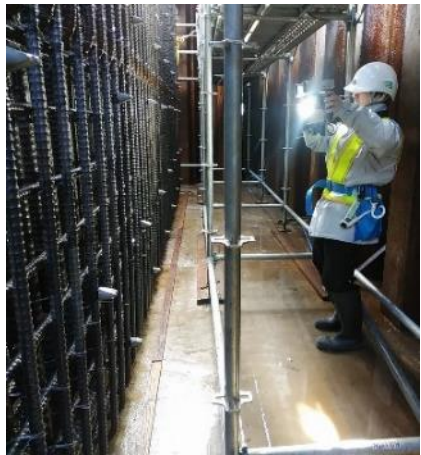
建築RC造



建築S造



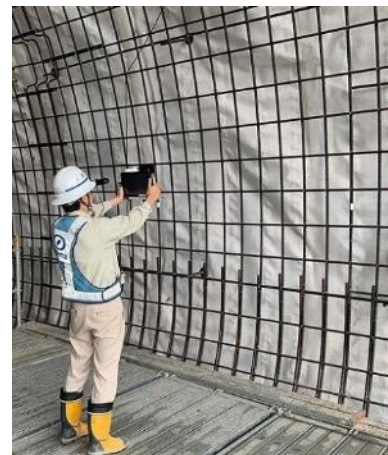
鉄道上部工



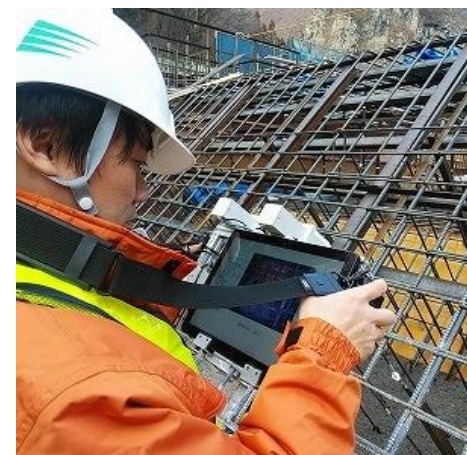
鉄道下部工



開削トンネル



山岳トンネル



発電所



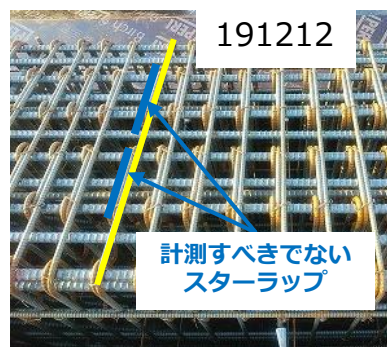
190731

ブレス、段取り筋



191129

曲面鉄筋



191212

スターラップで2本分を計測 斜角鉄筋



191217

暗くなった



191224

明るさ調整(40ルクス)



雨天想定



200110

フック&たわみ



200116

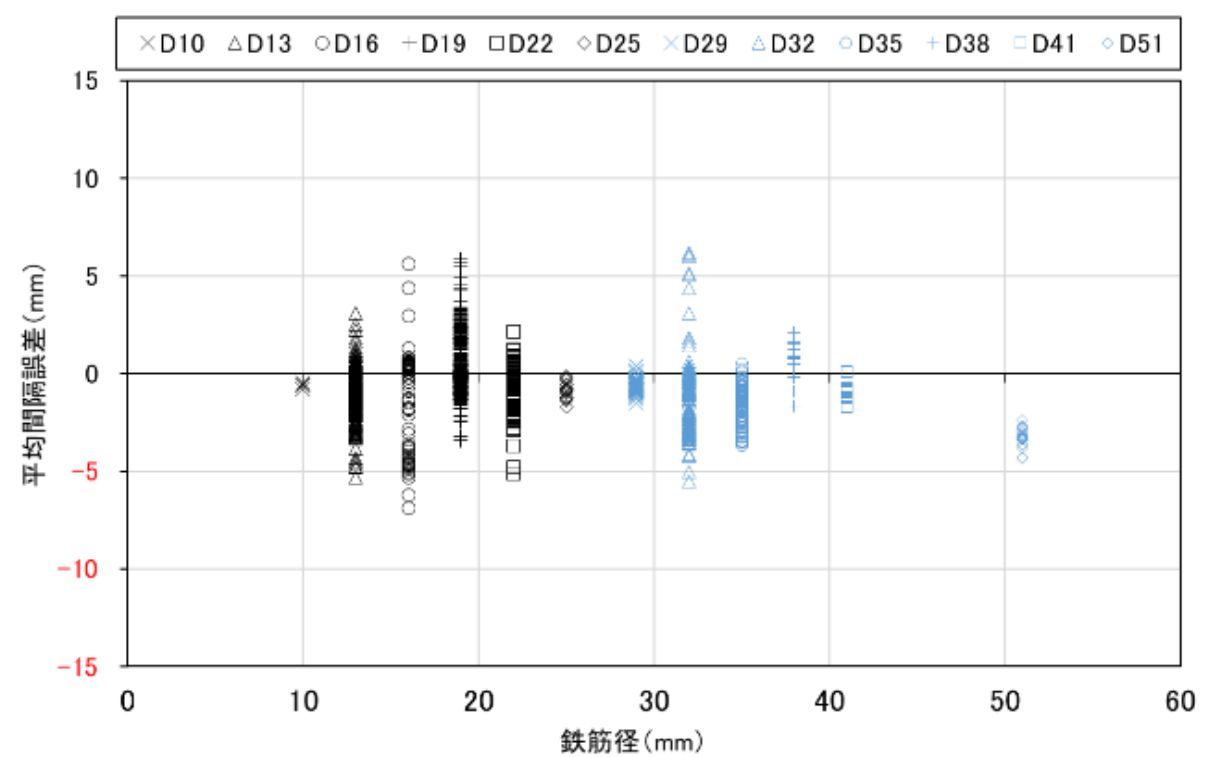
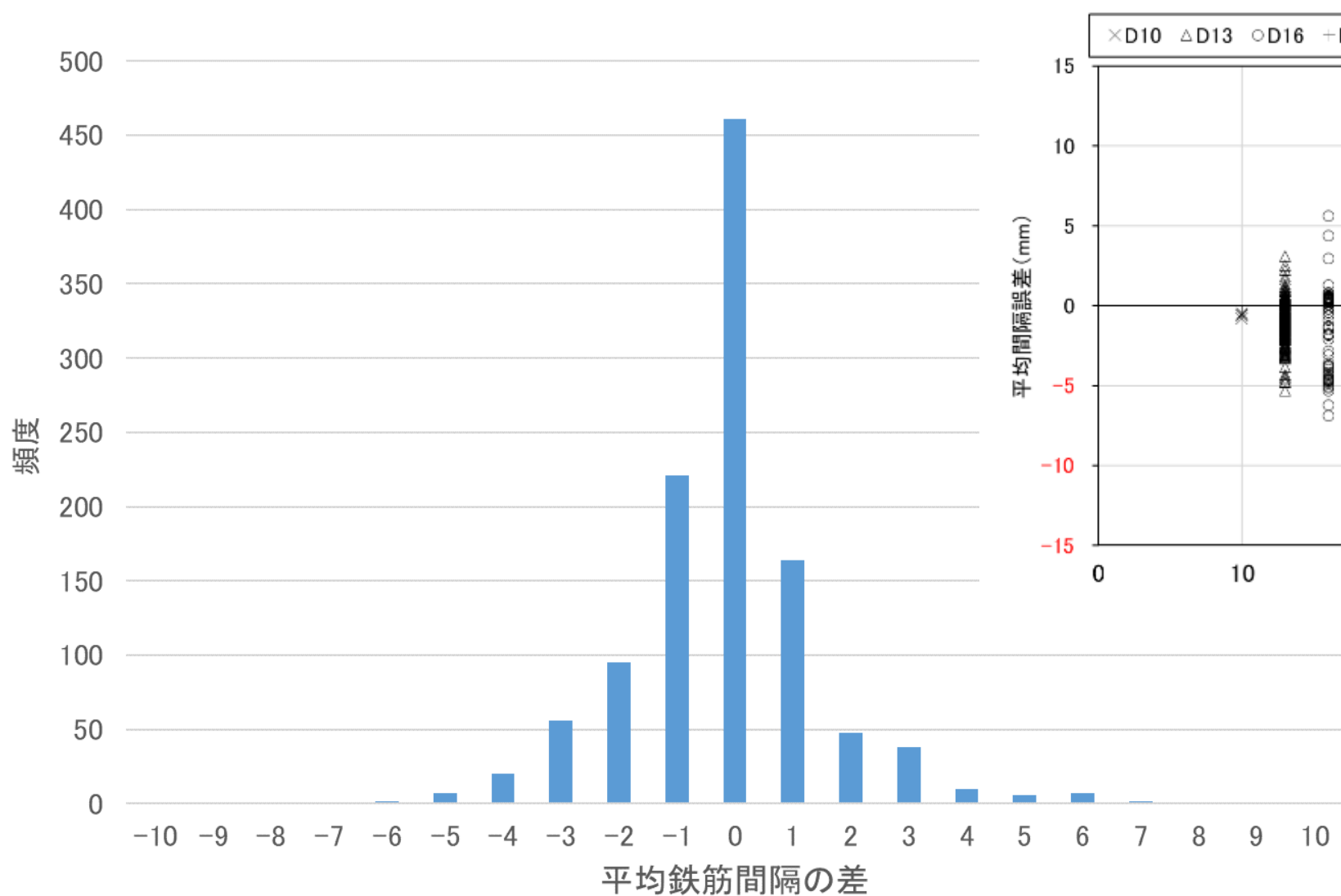
勾配鉄筋



200124

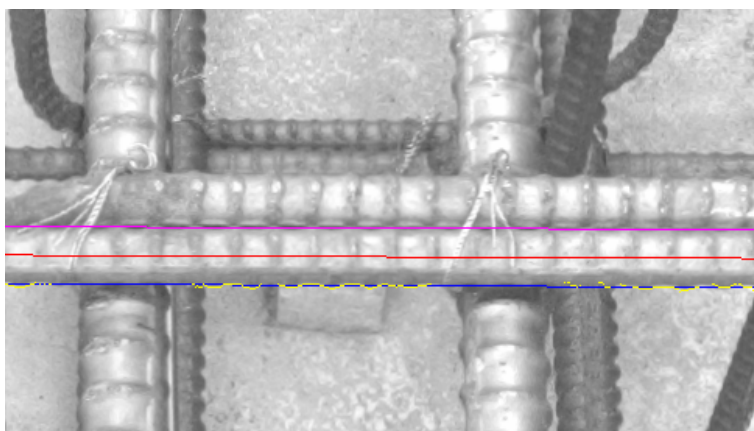
寒い&雨&狭い

日射や天候条件, 配筋仕様の異なる**30現場**, **60回以上**の現場実証.

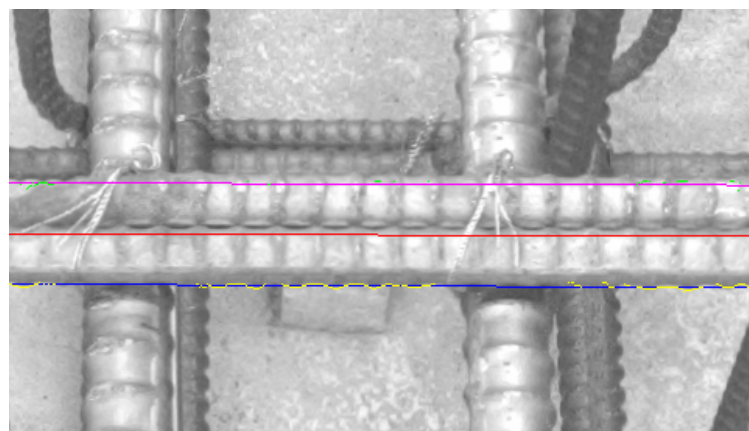


±5mmに99.0%

	鉄筋本数	鉄筋検出率	過検出鉄筋本数	未検出鉄筋本数	鉄筋規格判定正解率
縦鉄筋	10,890	100.00%	8	0	89.42%
横鉄筋	7,644	99.99%	16	1	84.29%
全体	18,534	99.99%	24	1	87.30%



改善後の鉄筋位置

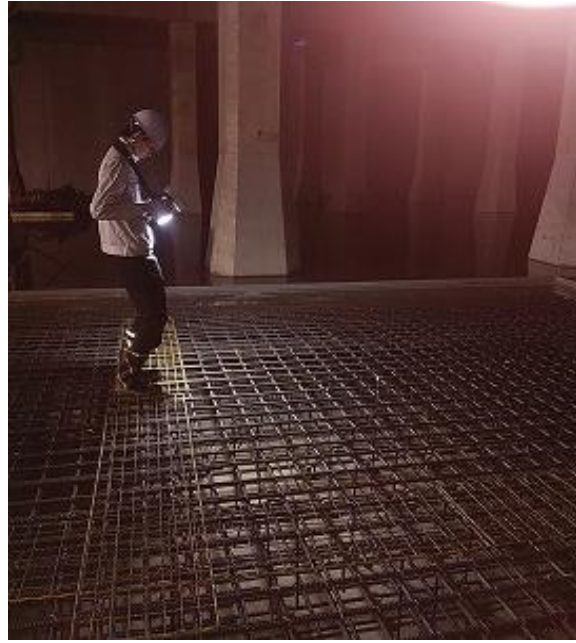


改善前の鉄筋位置

更なる精度向上を目指す



雨天時

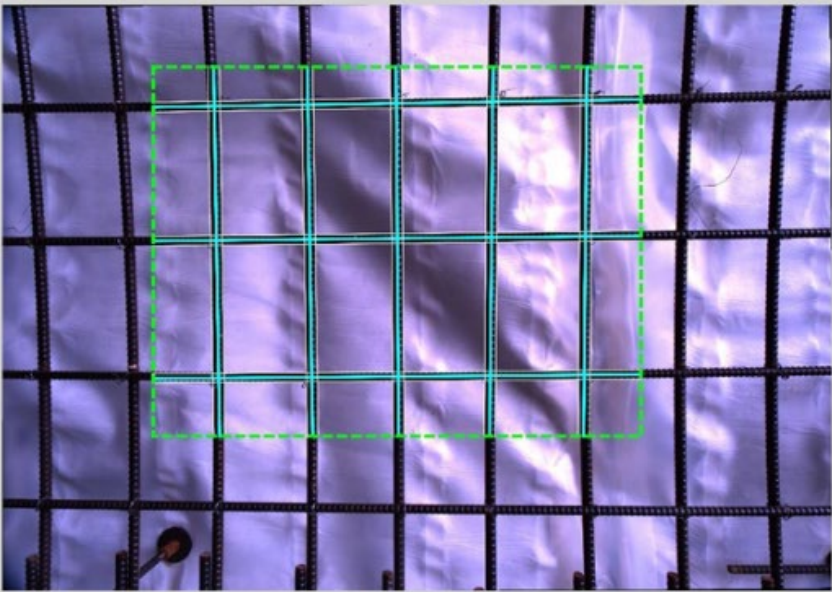


暗所部



寒冷地

- ・ 帳票作成まで7秒，重量3キロ，幅30cmで，現場作業の支障にならない。
- ・ 防水機能や照明があるため雨天時や暗所，寒冷地でも使用可能。



2020年7月21日 11時57分

<鉄筋本数>
縦：5本
横：3本

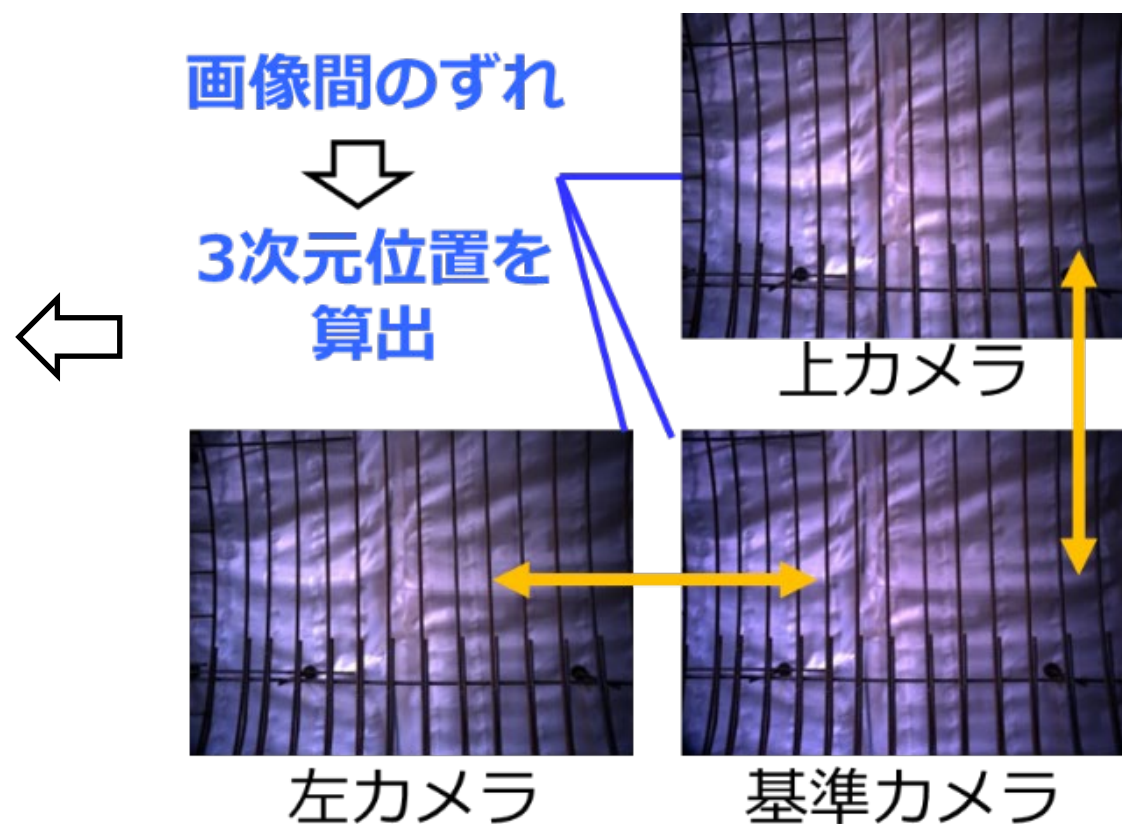
<平均ピッチ>

縦：201.6mm
許容範囲内 (200±22mm) 合格

横：297.5mm
許容範囲内 (300±19mm) 合格

<鉄筋径> (設計値)				<鉄筋ピッチ> (設計値)			
番号	判定値	修正値	測定値	番号	判定値	修正値	測定値
縦1	D22	---	23.4	横1	D19	---	19.5
縦2	D22	---	23.1	横2	D19	---	21.3
縦3	D22	---	23.8	横3	D19	---	20.3
縦4	D22	---	23.9				
縦5	D22	---	23.6				

番号	測定値	修正値	番号	測定値	修正値
縦1-縦2	210.3	---	横1-横2	288.5	---
縦2-縦3	193.2	---	横2-横3	306.6	---
縦3-縦4	202.9	---			
縦4-縦5	200.0	---			



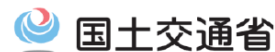
- 結果を改ざんするには、3枚のカメラ画像の編集が必要で編集作業は極めて困難である。
- 検査結果データが後から編集されたかを判定できるように、ハッシュ関数を用いた改ざん検知処理を行っている
→改ざん防止が図れ、高い信頼性を有する。

●2019年度PRISM採択

- 試行 ①北陸地方整備局:妙高大橋架替下部その4工事
現場 ②関東地方整備局:川崎港臨港道路東扇島水江町線主橋梁部 (MP5・6) 橋梁下部工事

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための

革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募概要



Ⅱ. データを活用して土木工事における品質管理の高度化等を図る技術

- ・土木工事の施工において、データを取得し、当該データを活用して現行の品質管理手法を代替することが見込まれる品質管理手法（現行基準における試験方法や数値等の代替手法、監督・検査・確認の代替手法、書類の削減・簡素化等を含む。）の提案を求める。



●2019年度 追加公募 PRISM採択

- 試行 ③東北地方整備局：東根川橋上部工工事
現場 ④東北地方整備局：国道45号線新思惟大橋上部工工事

Ⅱ. データを活用して品質管理の高度化等を図る技術

- ・土木工事の施工にあたり、データを取得し、当該データを活用することにより現行の品質管理手法を代替することができると見込まれる技術（現行基準における試験方法や数値等の代替手法、監督・検査・確認の代替手法、書類の削減・簡素化及びこれらを通じて品質自体の信頼性を高める手法等を含む。）の提案を求める。ただし、当該手法を現場実装する際に、国土交通省が規定する各種基準が隘路になっているものに限る。

両者で、A評価

A：試行は十分な成果があり、技術の導入効果や社会実装の実現性について高く評価できる

●現場適用のための基準改定と技術認証に向けた動き

- ・ 2019.12.5：国交省ヒアリング1：**実用化に近い技術として選定。**
- ・ 2020.1.24：川崎臨港橋脚視察
- ・ 2020.1.30：国交省ヒアリング2：改訂すべき基準の議論。**改定案の提案依頼。**
→**配筋検査システムの現場での実運用のため審議**

- ・ **2020.7月末** ○「画像による配筋間隔計測結果の精度検証手順（案）」の作成
- ・ **2020.9月前半** ○清水建設に以下の資料の作成・提出を依頼
(1) 精度検証手順（案）要求事項の証明資料
(2) 画像による配筋間隔計測手順書（案）
○国総研にて、精度を有していることを確認
○東北地整と清水建設との協議
- ・ **2020.9月後半** ○画像計測による配筋間隔の検査を実施



川崎臨港視察状況

二色トンネル工事(近畿地方整備局)

→遠隔臨場との親和性が高いことを確認.



しみずまんすりー 2020.10 vol.888より

二色トンネルにおけるシステム遠隔臨場

ウェアラブルカメラ装着



省人化,リモート・非接触により, 新型コロナ感染対策にも有効

システムの効果

①東根川橋上部工工事 (東北地方整備局)

発注者段階確認に 初採用(2020年9月)




清水建設
シャープ

3眼カメラで配筋検査

直轄初、東根川橋上部工に適用
人員・時間 3分の1以下

従来の現場検査では、3名程度の作業員が現場に出向き、立上り時の倒壊や落下物の危険などのリスクを伴い、リモート・非接触による配筋検査を実現する。

清水建設がシャープと共同開発した「3眼カメラ配筋検査システム」が東北中央自動車道の東根川橋上部工工事（発注者＝国土交通省東北地方整備局）の配筋検査に適用された。検査業務を効率化し、作業員を1名に減らすことができた。直轄工事でもデジタル化した配筋検査システムが採用されるのは初めて。今後、発注者に事前の費用対効果

- ・ **生産性向上**
→3名から1名への**省人化**により、**全作業時間の75%を削減**

配筋箇所	作業場所	従来検査				システム検査	
		作業時間	人工	人工・時間	作業内容	人工	人工・時間
橋梁上部工 (上床版4カ所, 下床版4カ所, 側壁2カ所)	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書ひな型作成	1	1:00
	現場	5:00	2	10:00	・配筋自主検査	1	2:00
	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書記入 (自主検査用)	1	1:00
	現場	2:00	3	6:00	・段階確認 (配筋検査, 写真撮影, 片付け)	1	1:00
	小計			20:00			5:00
削減率(%)	75						

- ・ **生産性向上**

→3名から1名への**省人化**により, **全作業時間の75%を削減**

- ・ **安全性向上**

→**現場作業時間の85%を削減**, 非接触での検査,
省人化により**新型コロナ感染症対策**にも有効.

- ②国道45号線新思惟大橋上部工工事 (東北地方整備局)
→発注者段階確認も含めて日常的に使用.



- ③妙高大橋架替下部その4工事 (北陸地方整備局)→自主検査



- 安全性向上** ・ 足場など鉄筋から離れた**安全な位置からの検査**
・ マグネットや検尺ロッドなどの**落下の危険性除去**

◆i-Constructionの推進

○検査の省力化

3次元測量を活用し出来形検査の効率化を実現。

ステレオカメラによる遠隔からの配筋検査



システムによる撮影で鉄筋間隔、鉄筋径の確認が可能
クラウドを活用することで検査結果を遠隔からリアルタイムに確認

PC上で寸法計測

◆新型コロナ対策

●画像解析によるさらなる省力化

- ・画像解析により、タブレット端末で撮影した鉄筋の間隔等を計測
- ・遠隔臨場の技術と組合わせて、更なる省力化

<令和2年度試行中>

遠隔臨場

施工者3名



<今後>

遠隔臨場+画像解析

施工者1名



双方向通信 (映像・音声)

執務室

発注者
監督員



リモート・非接触で鉄筋間隔などを把握。

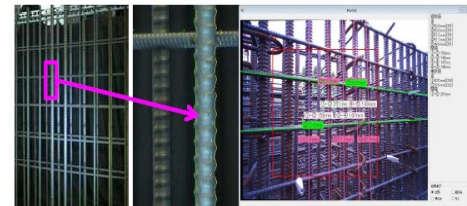
5

◆今後の建設生産・管理

< 10年後には、例えば、 >

- ・データ活用を前提とした効率的な施工管理、検査、納品
- ・性能を満たした技術を認証できる仕組み
- ・受発注者が過去の成果やデータをクラウド上で確認できる仕組みを構築

オンラインで対応可能なものは遠隔検査
(データはクラウド上のモデルに紐づけて保存)




画像中の特徴から鉄筋位置を検出 計測結果はリアルタイムでシステムの画面上に表示

6

国土交通省 建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会資料 (令和2年12月24日)

<http://www.nilim.go.jp/lab/peg/13yuusikisya.html>

国土交通省：アクションプランに位置付ける個別施策集より引用

工程表	令和3年度 (現在)	令和4年度	令和5～7年度	目指す姿
<p>デジタルデータを活用した配筋確認の省力化</p>	<ul style="list-style-type: none"> PRISM (官民研究開発投資拡大プログラム) で試行した技術の試行 (直轄土木工事 29現場) 	<ul style="list-style-type: none"> 試行要領案改定 試行対象 (測定項目) の拡大 実施要領案の策定 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 (継続) 社会実装 (令和5年度を目標) ⇒直轄工事におけるデジタルを活用した配筋確認の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> 直轄土木工事における配筋確認 (配筋検査) のデジタル化により、土木工事における鉄筋コンクリート構造物の品質管理の高度化を図り、建設現場における業界や職員の安全性や作業環境の改善を実現
<p>上記の取り組みにより、利用者目線で実現されるもの</p>	<p>(施工者)</p> <ul style="list-style-type: none"> 新技術搭載のデバイスにより配筋検査の高度化の体験が可能 (令和3年度～) <p>←</p> <p>第4世代</p> 		<p>(施工者・発注者)</p> <ul style="list-style-type: none"> デジタルを活用した配筋検査の実装により、品質管理における省人化・省力化の実現 (令和5年度～) Web通信を活用した遠隔臨場との組み合わせにより現場との移動時間の短縮が可能 (令和5年度～) 	

今年度からの社会実装に向け、ハード・ソフトを改良し
業界全体の生産性・安全性向上に貢献

デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の実施要領（案）

令和5年7月

国土交通省 大臣官房技術調査課

目次

1. 総則
 1. 1 目的
 1. 2 適用範囲
 1. 3 受注者による実施項目
 1. 4 監督職員による監督の実施項目
 1. 5 施工計画書
2. 画像計測に使用する機器等
 2. 1 計測機器構成
 2. 2 計測性能及び精度検証
 2. 3 データ処理ソフトウェア
 2. 4 出来形帳票作成ソフトウェア
3. 出来形計測及び出来形管理の実施
 3. 1 設計データの確認
 3. 2 出来形計測方法
 3. 3 出来形計測対象と計測手順
 3. 4 出来形管理方法
4. 出来形管理基準及び規格値等
 4. 1 出来形管理基準及び規格値
 4. 2 出来形管理写真基準
5. 特記仕様書（記載例）

参考資料-1 カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

参考資料-2 画像計測結果の精度検証手順（案）

1. 2 適用範囲

(1) 概要

本要領は、所定の性能を有するデジタルカメラ等を用いて、コンクリート構造物の鉄筋組み立て時の配筋状況を撮影し、その画像データから鉄筋間隔・鉄筋径等を計測する際に適用する。

鉄筋間隔・鉄筋径等の確認は、「土木工事監督技術基準（案）」により段階確認で実施することとされている。また、鉄筋間隔の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた規格値、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本要領においては、従来の鉄筋間隔・鉄筋径等の計測に用いられているスケール等による実測方法に換える計測器具として、所定の性能を有するデジタルカメラ等による計測方法について規定したものである。



**参考値扱いではなく本格運用へ
→全国で広く運用開始**

1. 2 適用範囲

(1) 概要

本要領は、所定の性能を有するデジタルカメラ等を用いて、コンクリート構造物の鉄筋組み立て時の配筋状況を撮影し、その画像データから配筋間隔等を計測する際に適用する。

配筋間隔等の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた規格値、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本要領においては、従来の配筋間隔等の計測に用いられているスケール等による実測方法に換える計測器具として、所定の性能を有するデジタルカメラ等による計測方法について規定したものである。

また、本要領に基づき、画像計測による試行を行う際には、スケール等による実測も併用するものとする。両者の計測データを比較し、画像計測の精度検証を行うことが、本要領に基づく試行の大きな目的である。なお、画像計測による計測値は参考扱いとする。

R5.7.10版

R4.6.14版

官庁営繕事業の建設現場におけるデジタルデータを活用した

配筋検査試行要領

令和5年3月

国土交通省 大臣官房官庁営繕部

整備課 建築技術調整室

<https://www.mlit.go.jp/gobuild/seisanseikojo01.html>

おわり

お問合せ先

清水建設株式会社 技術研究所

吉武 謙二