

「生コン情報の電子化」に向けた試行の実施 経過報告(案)

2025年2月26日

(一社)日本建設業連合会

- コンクリートの仕様・配合・製造等の情報は、工場で発行した紙伝票で伝達。工事情報の共有・保管・提出時にデータ入力発生
- 運搬状況や現場での試験結果がリアルタイムで共有不可。相互のやりとり時間と打設手戻りなどのロス発生

○生コン工場における出荷状況や施工現場における打設状況など、情報の電子化を図り「見える化」による品質の向上やロスの削減によるコストの削減を図る。

○出荷状況や現場での受け入れ検査など管理帳票作成を効率化し、コンクリート工における生産性の向上を図る。

○生コン情報の従来型運用



●電子化と情報共有のイメージ



協議会の検討経緯(第6回～第13回)

- 第6回 日建連より「生コン情報の電子化」を提案
2018PRISM⇒ 共通クラウド＋品管システム適用＋遠隔立会
- 第8回 「生産性向上」と「品質向上」の効果を報告
2019PRISM⇒ 受入れ全数管理＋施工履歴のCIM連携
- 第9回 「全数管理」による現行手法代替の可能性を報告
2019追加PRISM⇒ 全数管理の適用性拡大/検証
2020PRISM ⇒ クラウド型品管システム社会実装/課題検討
- 第10回 「生コン情報電子化」社会実装状況/全数管理適用事例を報告
2021PRISM⇒ 生産者メリットを考慮した社会実装方法の提案
生産性向上に向けての施工自動化/システム構築
- 第11回 協議会下に2WG(電子化媒体化／ICT活用管理基準検討)を設置
・クラウド型品管システム試行要領(案)を作成、試行を開始(関東地整から全国)
2022PRISM⇒ ICT活用の試行フロー検討、取得データの評価
- 第12回 電子化媒体/スランプ等全数計測 R5～6試行のフレームワーク
・画像等による生コンの品質管理に関する試行要領(案)作成、全国試行を開始
- 第13回 試行方法と経過の確認・将来に向けてあるべき姿の検討
・WGにおいて、品質管理・検査のあり方を議論、品質基準案/規格値を検討

55

試行(R5・R6)の経過<生コン帳票の電子媒体化>

案件		R5												R6												工場連携	
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	導入済	新規導入						
1	中部地整	○		●																1工場							
2	近畿地整																			1工場							
3	近畿地整		●																	4工場							
4	沖縄総合事				○	●	□														4工場						
5	北海道開発						●												—	—*							
6	東北地整		○	●	□														—	1工場							
7	九州地整			●															—	—							
8	北陸地整			○	●	□														1工場							
9	四国地整				○	□	●													1工場							
10	関東地整	○	●				□	□												4工場							
11	関東地整																		4工場								
12	中国地整					○	●	□												1工場							
13	四国地整						○						●						—	—							
14	北陸地整							○		●									1工場								
15	近畿地整								□										5工場								
16	四国地整						○					●							—	—							
17	沖縄総合事											●	□						1工場								
18	近畿地整													●					—	—							
19	中国地整													●					—	—							
20	沖縄総合事																	→	4工場								
21	沖縄総合事																	→		1工場予定							
		(事例確認中)																									
	直轄以外																			2工場							

<凡例>

- 地整から生コン関係に説明
- 日建連/成和Cから生コン関係者に説明等
- it-Con適用（実施中含む）
- 工場連携システム導入

<凡例>

- 地整から生コン関係に説明
- 日建連/成和Cから生コン関係者に説明等
- it-Con適用(実施中含む)
- 工場連携システム導入

* —既存システムが古い/対象システム会社以外

第12回協議会の議事に対応 ⇒ 帳票類の電子化の試行を行いながら、生産者の意向を踏まえて、JIS改正後も考慮しての、将来的あり方を検討

試行(R5・R6)の経過<IoT手法による試験の代替>

生コン情報の電子化(生コンスランプの画像解析、試験の代替え)



○生コンスランプの画像解析は、生コン車のシュートから流れてくる生コンをカメラで撮影、AIによる画像解析を行い、従来の生コン現場受入時の品質試験(スランプ等)を代替えることで大幅な省人化を図る。
○令和5年度より全国直轄工事で試行を実施中



第12回協議の議事に対応



スランプ等全数計測の
試行結果の分析
(スランプの他、単位水量/
空気量/強度の全数推定
のデータも取得・分析)



生産性を向上させる検査
のあり方の議論に寄与



管理基準/検査要領案を
検討、試行要領書への反映

- ・スランプの全数計測 R5—R6直轄工事 16構造物, 42打設回
(JRTT/地方自治体含め全体では、19構造物, 49打設回)
- (追加)
- ・単位水量・空気量の全数計測 R5—R6直轄工事 11構造物, 25打設回
(JRTT/地方自治体含め全体では、13構造物, 27打設回)

試行(R5・R6)の経過<IoT手法による試験の代替>

		工種	R5			R6												R7			特記事項	スランプ 以外			
			7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			1	2	3
1	近畿地整	ケーソン躯体			◎																			夏施工/少量打設	W/Air/ σ 28
2	九州地整	PC上部工				◎																		高性能AE減水コン	W/Air/ σ 28
3	近畿地整	下部工躯体					◎																	大林組の方法	
4	九州地整	トンネル覆工						◎																プラスチック繊維入	
5	関東地整	調節池躯体							◎																W/Air/ σ 28
6	関東地整	のり面覆工	←◎							◎														法面特殊施工法	
7	中部地整	ダム仮排水路								◎														大林組の方法	
8	北陸地整	トンネル覆工											◎												W/Air/ σ 28
9	近畿地整	堰躯体													◎									高性能AE減水コン	W/Air/ σ 28
10	沖縄総合	PC上部工												◎											W/Air/ σ 28
11	四国地整	橋脚躯体													◎									高性能AE減水コン	W/Air/ σ 28
12	近畿地整	トンネル覆工															◎								W/Air/ σ 28
13	中国地整	カルバート															◎								W/Air/ σ 28
14	四国地整	トンネル覆工																◎							W/Air/ σ 28
15	沖縄総合	PC上部工																	◎					高性能AE減水コン	W/Air/ σ 28
16	沖縄総合	PC上部工																			◎			高性能AE減水コン	W/Air/ σ 28
17	関東地整	カルバート																						鹿島建設の方法	
18	北陸地整	トンネル覆工																						4月以降	W/Air/ σ 28
19	四国地整	トンネル覆工																						6月以降	W/Air/ σ 28
20	関東地整	カルバート																						7月以降	W/Air/ σ 28
21	北陸地整	土工事構築	(凡例) ◎DB取得			施工時データ取得														予定				10月以降	W/Air/ σ 28
22	中部地整	堰構造物																						11月以降	W/Air/ σ 28
	JRTT札幌（橋脚基礎）														◎										
	県など直轄以外															◎									

- * 1 PRISMの方法 大成建設・鉄建建設・オリエンタル白石・飛島建設・PSコンストラクション・大本組
(大成建設提供) ・前田建設工業・川田飛島JVの現場で実施、鴻池・戸田・大成の現場で追加予定
- * 2 大林組の方法 近畿地整・中部地整の2現場にて実施
- * 3 鹿島建設の方法 関東地整の現場にて実施予定工業

スランプ全数計測手法 (PRISM式では+単位水量/空気量も)

* 1 PRISMの方法



* 2 大林組の方法

AIを搭載したスマートフォンで荷卸し中の生コンクリートを自動で撮影し、AIが推定したスランプをクラウドを通して共有する。

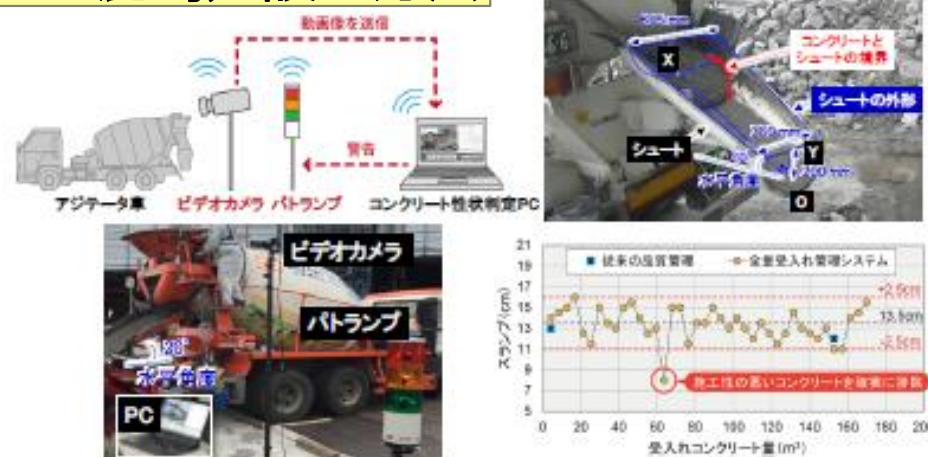


試行状況



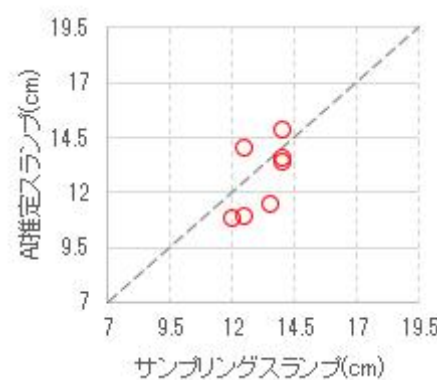
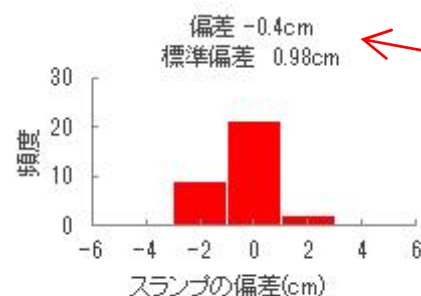
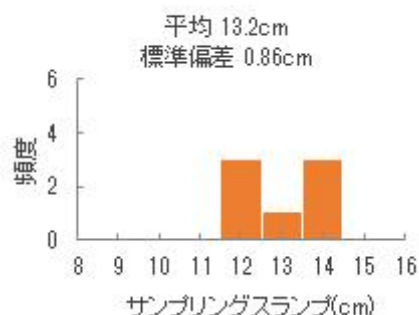
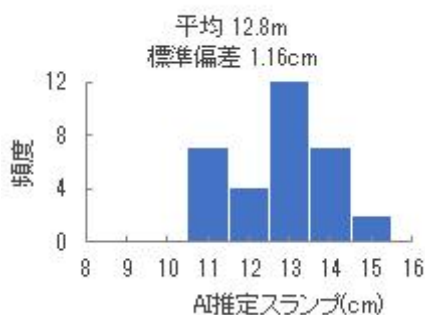
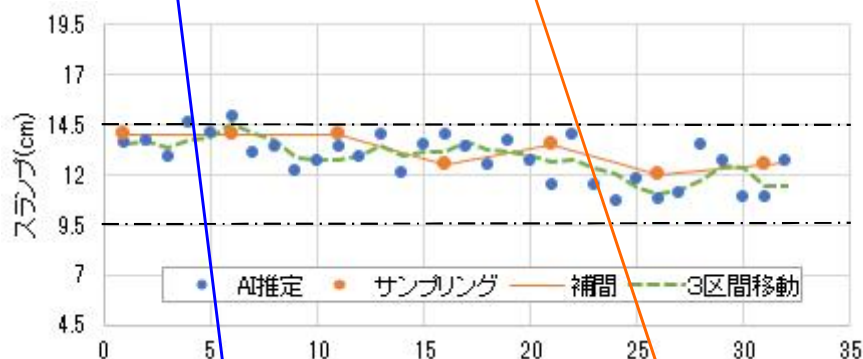
* 3 鹿島建設の方法

スランプをリアルタイムで推定



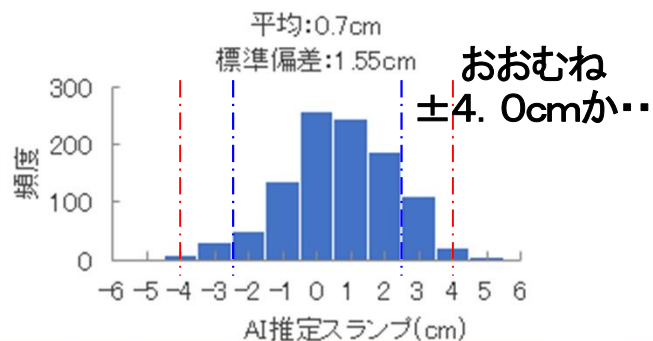
試行により得られたデータ 各打設回の計測→全体分布

AI推定のスランプと実測スランプの各々についてのばらつき(正規分布想定)→ 95%信頼範囲の上下限

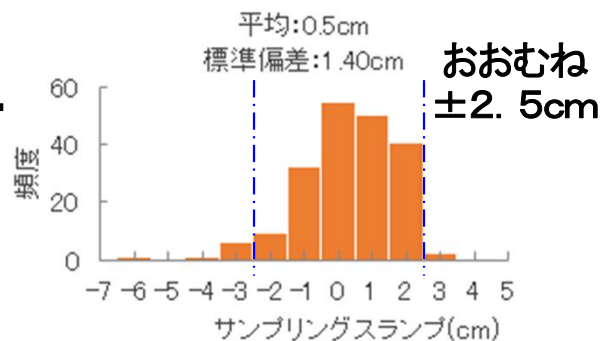


AI推定のスランプと実測スランプとの偏差と偏差のばらつき
(実測はサンプリング間を補間)
(正規分布想定) → 偏差と標準偏差から、95%信頼範囲

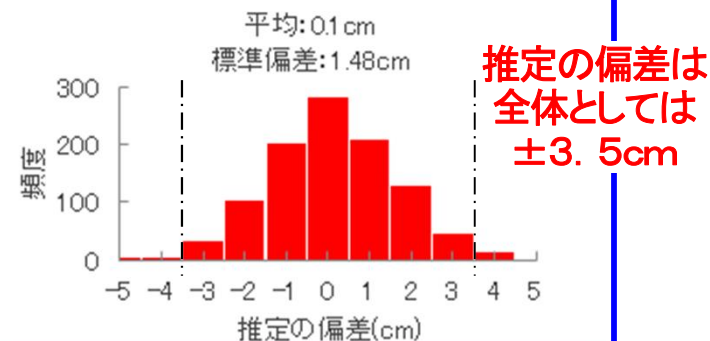
スランプ12cmの構築
コンの25打設回分
スランプ15cmの構築
コンの4打設回分
スランプ15cm/18cm
のトンネル覆エコンが
9打設回分
を使ってヒストグラム



(95%信頼範囲)=0.7+1.96×1.55= 3.7 cm



(95%信頼範囲)=0.5+1.96×1.40= 3.2 cm



(95%信頼範囲)=0.1+1.96×1.48= 3.0 cm

スランプ推定の精度→累積誤差による評価

打設回ごとのAI推定のばらつき(スランプの大きさの影響)

便宜的に、単位水量に関する管理基準を準用の場合



単位水量 の誤差 A kg	計測手法 の誤差 B kg	累積誤差 合格基準 $\sqrt{A^2+B^2}$	持ち帰り 判断 A+B kg
10	10	14.1 ≒ ±15kg	10+10= ±20kg

管理値

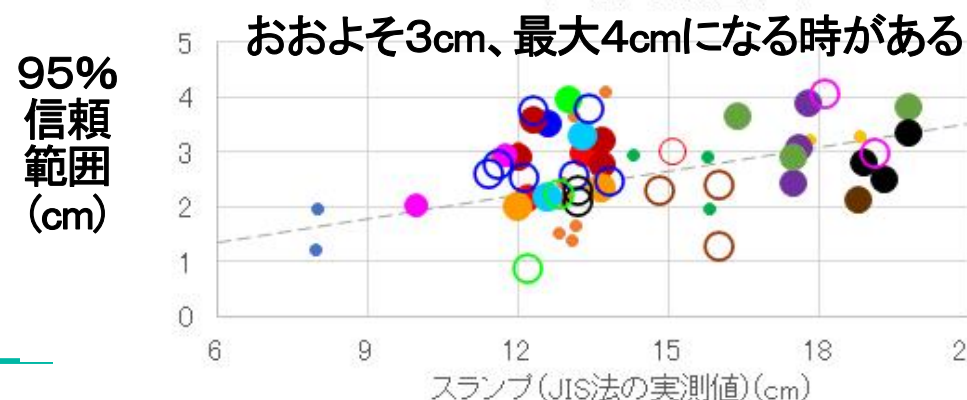
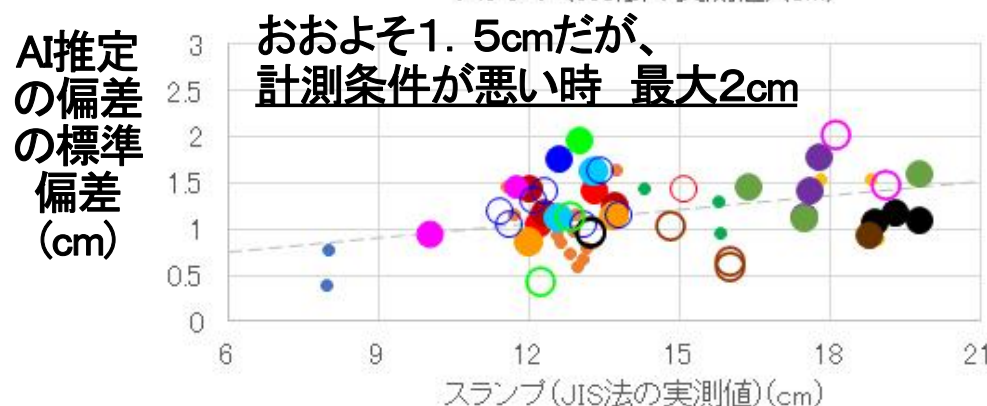
指示値

スランプ の誤差 A cm	計測手法 の誤差 B cm	累積誤差 合格基準 $\sqrt{A^2+B^2}$	持ち帰り 判断 A+B cm
2.0	3.5	4.0 ±4cm	2+3.5= ±5.5cm

ISO対応の
建材試験
センターでの
実験結果から

推定の偏差
は
全体としては
±3.5cm

取得データによれば、
実際の工事では
4.5cmを上回ることは
めったにないので、
まるめて5cmか…?

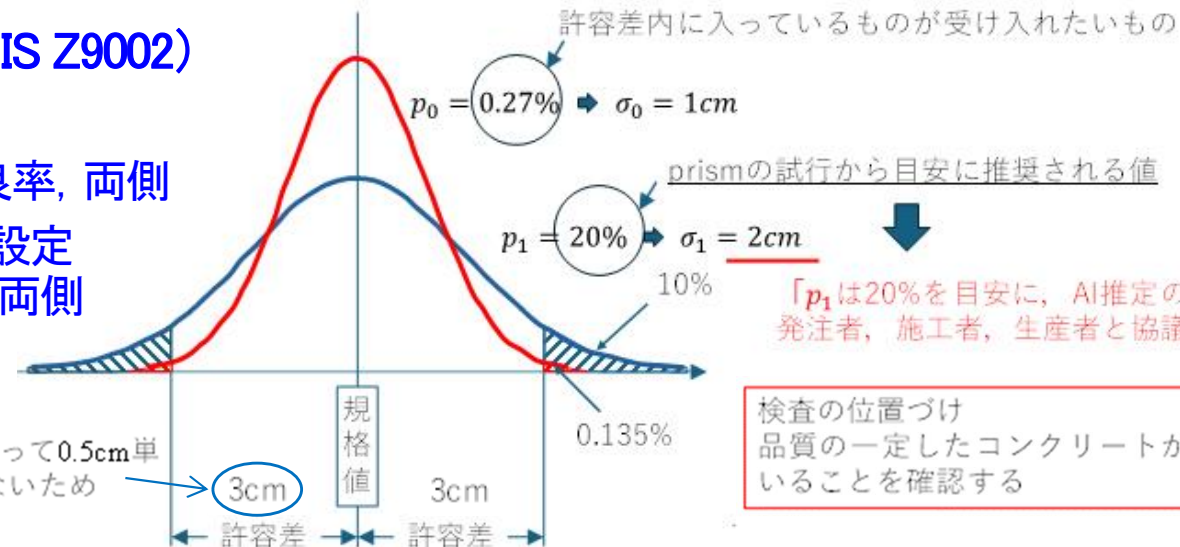


4cmの妥当性については
統計的手法による検討

統計手法(計数抜取検査)による合格判定基準値の検討

計数抜取検査で評価(JIS Z9002)

- ・受け入れたいもの
→ ±2.5cmの時5%不良率, 両側
- ・受け入れたくないものを設定
→ 片側10%の不良率, 両側
を仮に設定



「 p_1 は20%を目安に、AI推定の精度に応じて、発注者、施工者、生産者と協議して定める」

検査の位置づけ
品質の一定したコンクリートが施工に用いられていることを確認する

(1 - 生産者危険)

$n=$	p_0			p			p_1
30	0.27%	1%	2%	4%	5%	10%	20%
0	92.2%	74.0%	54.5%	29.4%	21.5%	4.2%	0.1%
1	99.7%	96.4%	87.9%	66.1%	55.4%	18.4%	1.1%
2	100.0%	99.7%	97.8%	88.3%	81.2%	41.1%	4.4%
3	100.0%	100.0%	99.7%	96.9%	93.9%	64.7%	12.3%
4	100.0%	100.0%	100.0%	99.4%	98.4%	82.5%	25.5%
5	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%	99.7%	92.7%	42.8%
6	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%	97.4%	60.7%
7	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.2%	76.1%
8	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.8%	87.1%
9	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	93.9%
10	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	97.4%
11	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.1%
12	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.7%
13	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%
14	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

この範囲で許容差を
 超える回数を設定

合格判定基準

c

生産者危険：5%以内, 消費者危険：10%以内

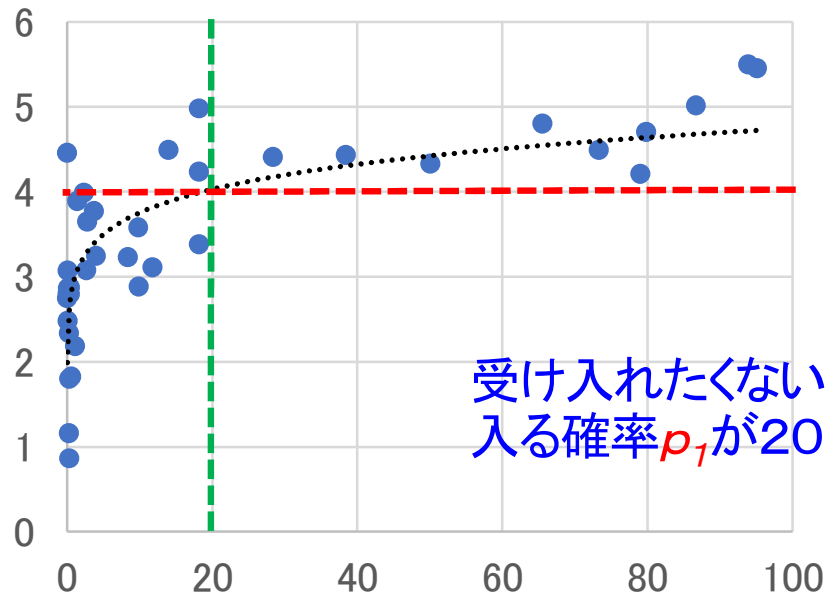
消費者危険

$$L(p) = \sum_{r=0}^{c-1} {}^n C_r \cdot p^r \cdot (1-p)^{n-r}$$

スランプの合格判定基準の考え方と今後の検討

受け入れたくないものが入る可能性が高まる条件
(1回の打設回ごとの集計, 打設数量が少ないの
を含んでいるのでやや厳しい条件)

AI推定スランプの95%信頼範囲
の、仕様スランプとの差(cm)



受け入れたくないものが入る確率(%)

受け入れたくないものが入る確率 P_1 が20%以下

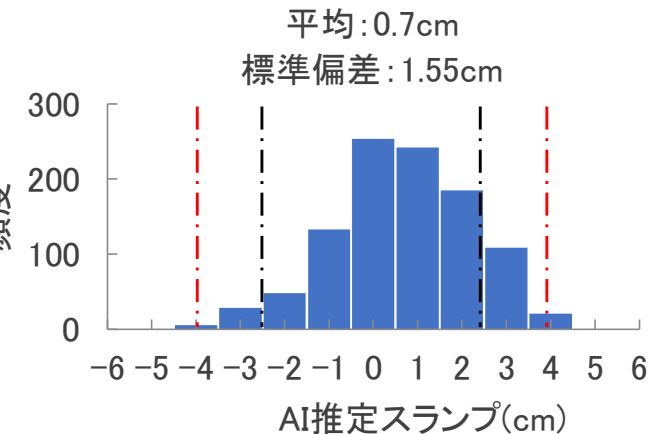


AI推定のばらつきの95%信頼範囲が、仕様のスランプとの差 $\pm 4\text{cm}$ に収まることで説明可能

ここで、

P_1 はAI推定の精度に応じて、監督、施工、供給の3者が協議して決める性質のもの(今までの試行では20%がおおむね妥当と思われる)

頻度



サンプリングによる
規格範囲 $\pm 2.5\text{cm}$

↓
全数計測時の
規格範囲 $\pm 4.0\text{cm}$?

生産性を向上させる
検査/品質管理方法
のあり方の議論

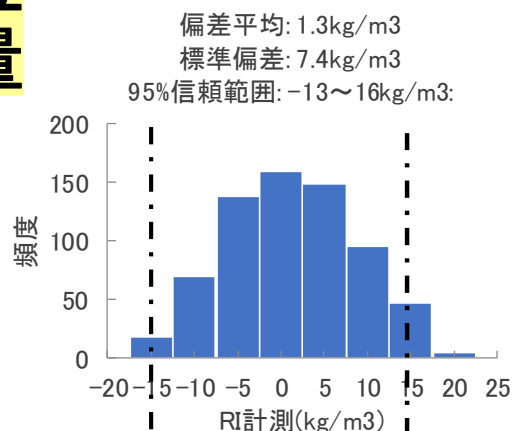
画像等による生コンの品質管理
に関する試行要領(案)の
施工管理基準及び規格値等
での表現方法を検討

(追加) 単位水量と空気量の全数計測→全体分布

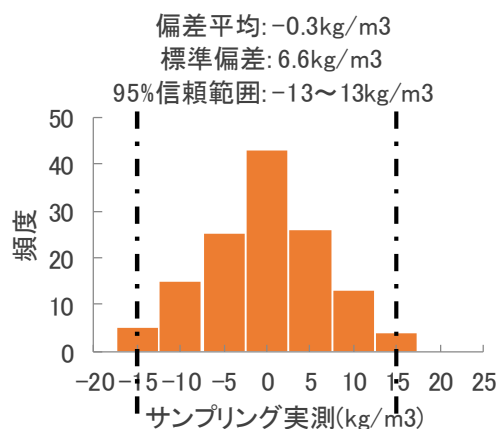
12建造物の25打設回での取得データを使ってヒストグラムを作成

単位 水量

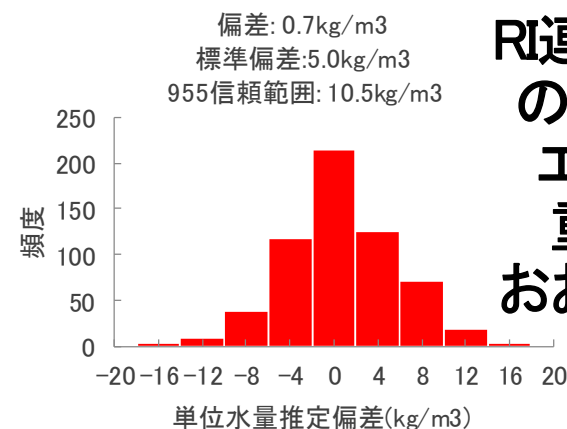
RI法全数計測



エアメータ法



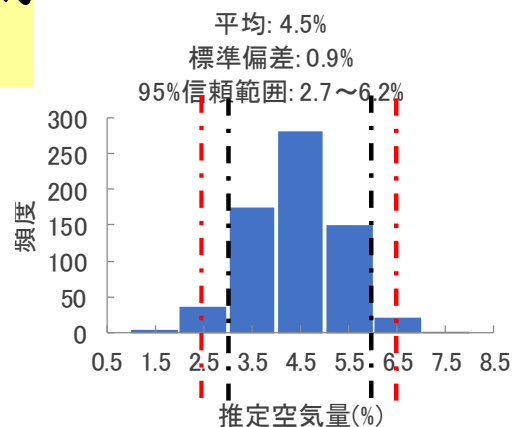
偏差



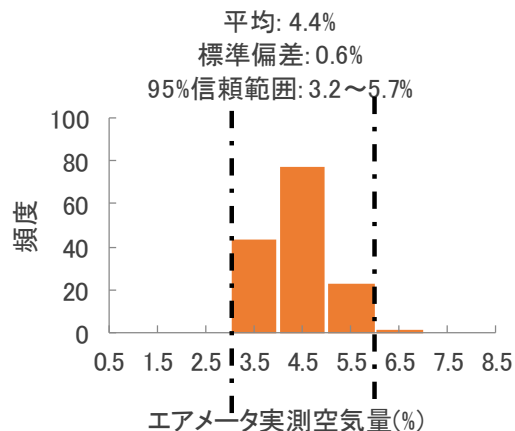
RI連続水量計
の計測値は
エアメータ
重量法と
おおむね同じ

空気 量

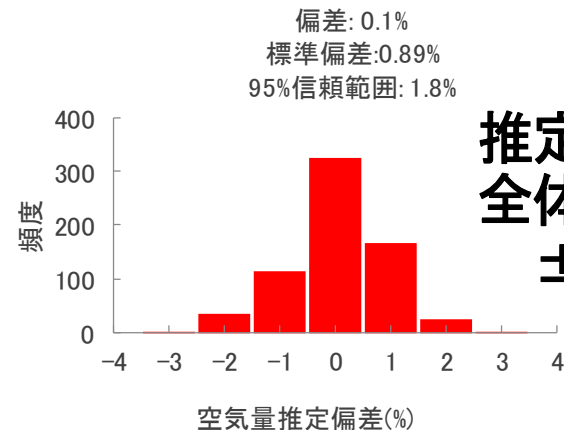
IoT手法全数推定



エアメータ実測

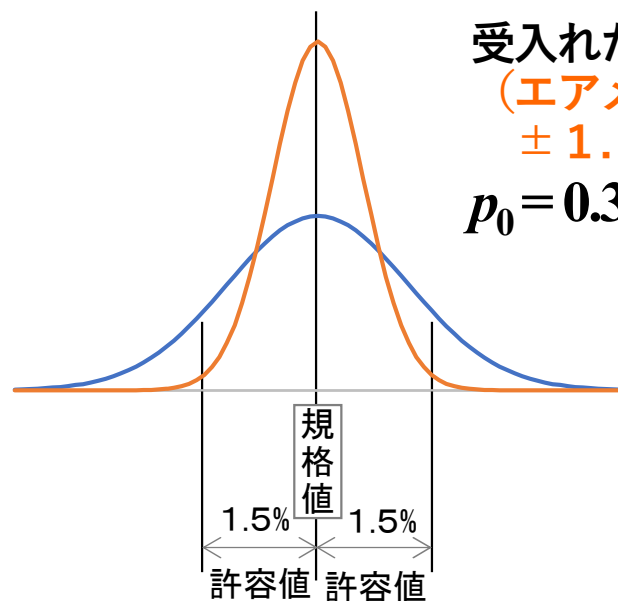


偏差



推定の偏差は
全体としては
±2.0%?

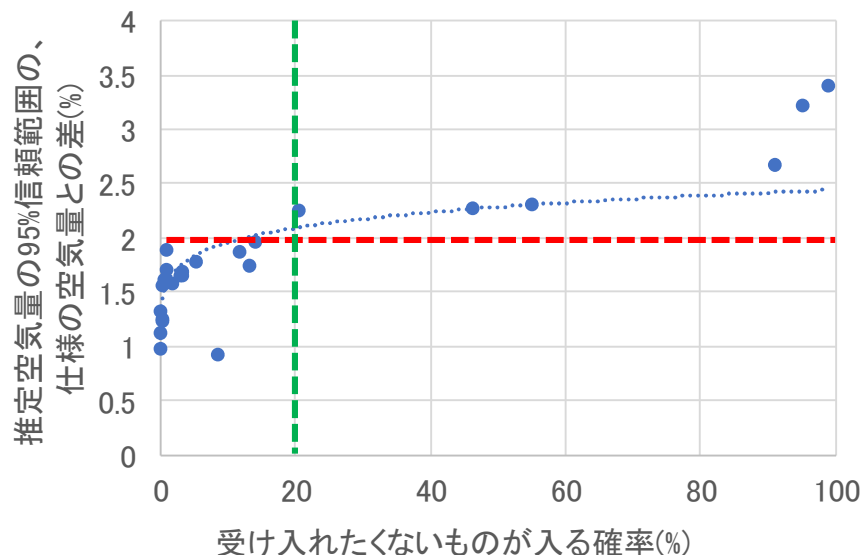
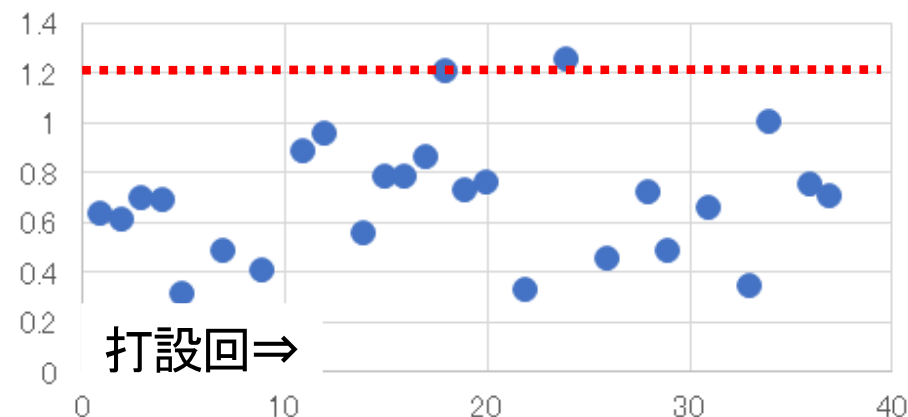
空気量について、統計手法による合格判定基準値の検討



受入れたいもの
(エアメータ実測値：
± 1.5%の規格に入ってる)
 $p_0 = 0.38\% \Rightarrow \sigma_0 = 0.6\%$

受入れたくないもの
(全数計測で得られたばらつきを超えるもの
：実際に受け入れていない実績)
 $p_1 = 20\% \Rightarrow \sigma_1 = 1.2\%$

推定の
偏差(%)



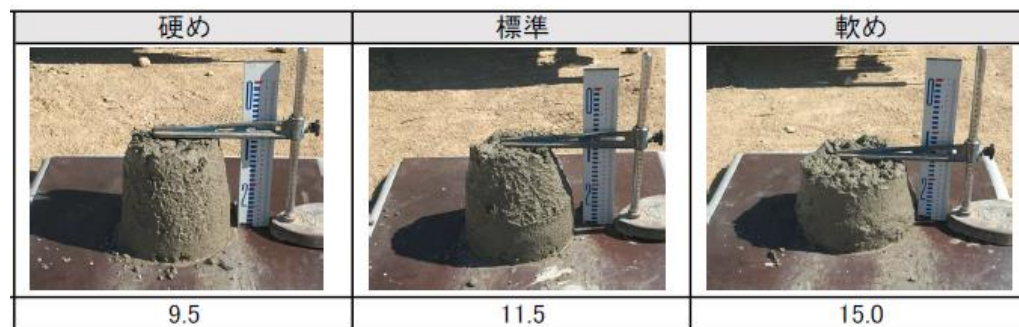
空気量推定のばらつきの95%信頼範囲が
仕様のスランプとの差±2.0%に収まれば
受け入れたくないものが入る確率が
20%以下になる

サンプリングによる規格範囲 ±1.5%

全数計測時の規格範囲 ±2.0%?

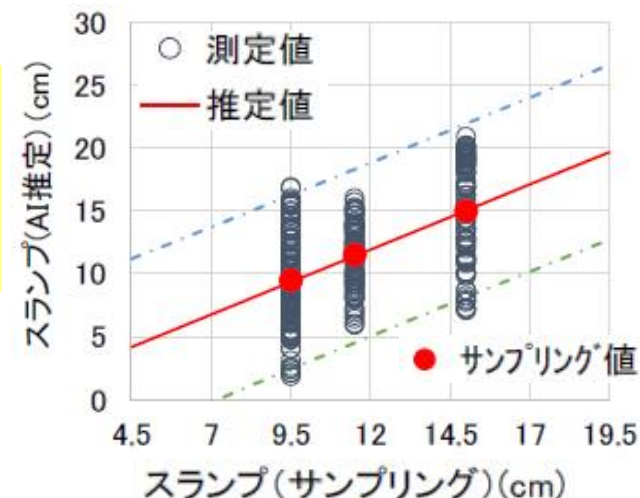
(参考) 課題: DB学習 材料校正係数→コンクリート性状相違

骨材の表面水率を調整、
スランプ規格の中心/規格上下限の大・中・小
に変化させ、排出速度を変化させて画像計測



材料校正
係数により
AI推定を
実測に適合

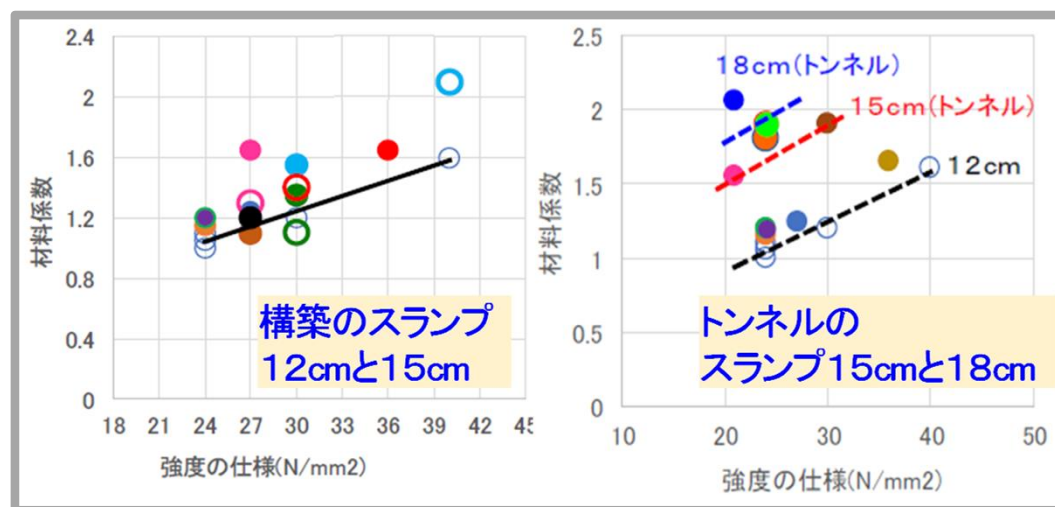
DB学習



仕様や材料が変われば、スランプを
適合させるための係数は変わる
(コンクリート温度でも少し変わる)

試行を重ねれば一定傾向に収束するか...
と思ったらそうでもない...逆に、**コンクリート**
にはいろいろなものがある が明確化...

- ・強度/セメント量が多くなる...と係数大
- ・早強Cや膨張材を使う...と係数大
- ・碎石・砕砂コンと、割砕・川砂コンでは、全然ちがう(当たり前ではあるが...)
- ・事前学習と実施工が全く異なる事例あり



ニューラルネットワーク等で学習し、事前の
CALを最小量で適用することができないか