

コンクリートの全量受入れ管理に関する実験的検討

Experimental Study on Controlling the Acceptance of the Total Amount of Concrete

松本 修治 橋本 学 渡邊 賢三
倉田 和英¹⁾ 柳井 修司²⁾

要 約

コンクリートの受入れ時の検査・品質管理は、所定の頻度でのスランプや単位水量の抜取り検査による管理に留まっているのが現状である。そのために、検査対象とならなかったコンクリートについては、要求品質を満足しないものを打ち込んでしまう場合がある。そこで、自動で全量かつリアルタイムにコンクリートのフレッシュ性状を確認する技術の一つとして、アジテータ車のシュートを流下するコンクリートの動画像からコンシステンシーの指標であるスランプを推定する手法を考案し、実験的検討を行った。また、スランプの推定と併せて、強度、劣化や物質の透過に対する抵抗性などの硬化後の品質も管理するために、既存技術である連続 RI 計測による単位水量測定システムの検証も行い、コンクリートの施工性と単位水量を同時に管理して、コンクリート構造物の性能を確実に担保するシステムを構築した。

目 次

- I. はじめに
- II. システム概要
- III. 検討手順
- IV. 施工性判定システムの基礎実験
- V. 施工性判定システムの施工実験
- VI. 単位水量測定システムとの併用検証
- VII. まとめ

I. はじめに

国土交通省では、平成28年を生産性革命元年と位置付け、全ての建設生産プロセスにおいて ICT 等を活用することで生産性向上を図る「i-Constructon」¹⁾の施策が推進されている。この取組みは、コンクリート構造物の品質を確実に確保することを前提として、各種品質管理・検査の省力化、さらには自動化するための技術を建設現場に導入するものである。コンクリートの受入れ時の品質管理・検査に関しても、AI, IoTを始めとする新技術に関する様々な技術開発²⁾が進められており、データを活用した品質管理・検査の高度化を図るための取組みが行われている。コンクリートの受入れ時の検査は、通常は、20~150m³に1回の頻度³⁾でスランプや単位水量の抜取り検査として行われているが、検査対象とならずに打ち

込まれるコンクリートの品質は、目視確認のみに留まっているのが現状である。そのため、検査対象外で、要求品質を満足しないものや、検査で合格したものでも時間経過に伴い、所要のコンシステンシーを失ったものを打ち込んでしまう場合もあり、配管の閉塞や充填不良を引き起こす可能性がある。また、単位水量が超過したコンクリートが打ち込まれた場合は、コンクリート構造物が所定の強度や耐久性を満足しない可能性がある。

そこで筆者らは、自動でコンクリートのフレッシュ性状を全量かつリアルタイムに品質管理する技術の一つとして、アジテータ車のシュートを流下するコンクリートの動画を分析し、コンシステンシーの良否を判定する手法⁴⁾(以降、施工性判定システムと称す)を検討している。また、連続 RI 計測に基づく単位水量測定システム⁵⁾(以降、単位水量測定システムと称す)を併用することで、コンシステンシーだけでなく硬化後の品質に直結する単位水量を同時に判定し管理する手法も合わせて検討している。

本報では、施工性判定システムの判定指標を、基礎実験および実規模の施工実験で検討した結果と、単位水量測定システムを併用し硬化後の品質も同時に判定し管理する手法を検証した結果について述べる。

1) 四国支店 Shikoku Branch

2) 土木管理本部 Civil Engineering Management Division

キーワード : 動画像分析, フレッシュコンクリート, スランプ, 流動性, RI

Keywords : motion image analysis, fresh concrete, slump, fluidity, radio isotope

II. システム概要

1. 施工性判定システム

(1) 本システムの概要

フレッシュコンクリートの施工性は、主にコンシステンシーの指標としてのスランプ試験 (JIS A 1101) により検査されているが、本システムは、動画撮影したアジテータ車のシュートを流下するコンクリートの勾配 (以降、コンクリートの勾配と称する) の経時的な変化からコンシステンシーを示す指標を抽出し、フレッシュ性状を判定するものである。これにより、受け入れる全てのコンクリートのスランプを自動かつリアルタイムで認識することができる。

Fig.1 に本システムの適用イメージを示す。機材構成は、画像撮影のための市販のビデオカメラ、分析システムを搭載した PC および警告を発信するパトランプである。アジテータ車のシュートを撮影する市販のビデオカメラから PC に動画画像が送信されると、シュートの位置および判定において着目すべき範囲を AI によって自動認識する。荷卸し開始後、コンクリートがシュートを流下する状態から、コンクリートのフレッシュ性状を分析する。所要のコンシステンシーでないコンクリートを検知すると、パトランプで警告を発する。アジテータ車の運転手が供給を、圧送技能者が圧送を中断し、品質管理を担当する職員は、当該コンクリートのスランプ試験を行って、使用の可否を判断する。

(2) 動画画像分析によるコンクリートの勾配の取得方法

Photo 1 に撮影位置を示す。撮影位置は、アジテータ車の斜め後方とし、シュートを流下するコンクリートの状態を撮影した動画は、即座に PC にデータが送信されリアルタイムでフレッシュ性状を判定するための解析が行われる。

Fig.2 にコンクリートの勾配の測定範囲を示す。測定範囲は中央部に位置する平行四辺形 $OAA'B$ である。線分 OA の長さは、シュート端部の円弧上端の点 s と最下点 t を結んだ線分 st の長さと同じとした。そして、動画画像分析により直線 AO を y 軸、直線 OB を x 軸とした座標上に、コンクリートとシュート部の境界となる点をプロットし、それらの点を最小二乗法により直線近似することで、線分 PQ で示すコンクリートの勾配を算出している。なお、本検討では、シュート角度を概ね 20° 一定とした。

2. 単位水量測定システム

単位水量測定システムは、Photo 2 に示すようにポンプ車の配管部に設置し、配管内を流下するフレッシュコンクリートの単位水量をリアルタイム、かつ連続的に測定してモニタリングする既存の測定器である。測定原理は、中性子線源とガンマ線源の2つの線源を有し、中性子が水素原子と衝突することによりエネルギーの低い熱中性子の状態になる性質を用いて、中性子線の透過量で等価水分量を検出するとともに、密度に応じてガンマ線が散乱し減少することを利用して、コンクリートの密度を算出し、これらの値と配合表から単位水量を求めるものである。

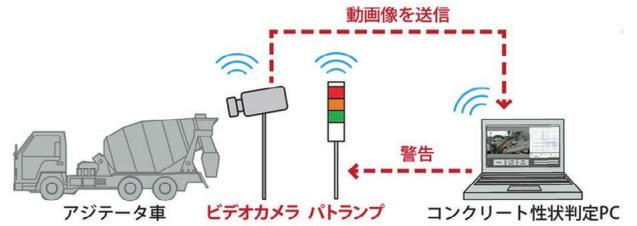


Fig.1 施工性判定システムの適用イメージ
(Application Image of the Workability Judgment System)



Photo 1 撮影位置
(Shooting Position)

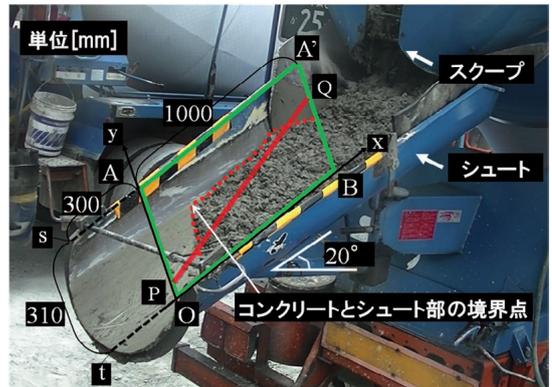


Fig.2 コンクリートの勾配の取得範囲
(Acquisition Range of Concrete Gradient)



Photo 2 単位水量測定システム
(Unit Water Measurement System)

Ⅲ. 検討手順

はじめに、施工性判定システムの基礎実験を行い、前述した動画分析により得られたコンクリートの勾配から、スランブを推定する方法について検討した。具体的には、スランブの異なるコンクリートの動画から得られたコンクリートの勾配を、実際のスランブ試験の結果と比較した。

次に、施工実験として実際にコンクリートの打込みを行う現場にて施工性判定システムを導入した。施工実験では、基礎実験にて得られたコンクリートの勾配とスランブの相関の再現性について検証した。また、シュートの位置の検出や解析 PC へのデータ送信速度等の本システムの実用性の確認と課題の抽出を行った。さらに、施工性判定システムと単位水量測定システムを併用した施工実験を行い、検証を行った。

Ⅳ. 施工性判定システムの基礎実験

1. 実験概要

Table 1 および Table 2 に実験に供した使用材料およびコンクリートの配合を示す。本実験では、スランブの違いがコンクリートの勾配に及ぼす影響を把握することを目的とし、Table 3 に示すようにスランブ 12cm のコンクリート（以下、基準コンクリート）を、7.5cm から 23cm まで変化させた。経時コンクリートとは、時間の経過によってスランブを 11.5cm, 9.5cm および 7.5cm に変化させたものである。また、加水コンクリートは、基準コンクリートに単位水量 40kg/m³ を外割にて加水し、練上りのスランブを 23cm にしたものと、それを 110 分間置いて 18 cm にしたものである。コンクリートの排出の際のアジテータ車のドラムの回転速度は 4.0rpm 一定とし、シュートの角度は、大型のコンクリートポンプ車への荷卸しを想定して 20 度一定とした。

2. 実験結果

Fig.3 にシュートを流下するスランブ 7.5cm, 12cm および 23cm のコンクリートの勾配の経時変化の比較を、Fig.4 にスランブ 7.5cm における I, II, III, IV 時点でのシュート上のコンクリートの状態を示す。流下するコンクリートの先端が測定範囲に到達し（0 秒）、計測開始から 2 秒程度はコンクリートの勾配が増加して（図中の点 I まで）、その後、勾配が減少した。そして、3.5 秒の時点で測定範囲をコンクリートの先端が通り抜け、勾配がゼロ（図中の点 II）となった。さらに、コンクリートを排出し続けると、マイナスの勾配（図中の点 III 付近）を示した。経過時間 8 秒程度の際に、勾配の値が -40 ~ -30×10⁻²mm/mm と極端に小さくなる箇所（図中の点 IV）が認められたが、これは、一時的にコンクリートが排出されず流下が停止したことで、画像分析によるコンクリートの境界線が検知されなかったためである。このように本システムでは、スランブ 7.5cm 程度のコンクリートで生じる排出の途切れを捉えることができ、このコンクリートが所要のコンシテンシーを満たさないものである施工条件においては、これを排除可能であることが確認できた。

次に、スランブの違いによる勾配の変化に着目すると、コンクリートの勾配の最大値は、スランブ 7.5cm および 12cm

Table 1 コンクリートの材料 (Concrete Material)

材料名	記号	備考
水	W	上澄水
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 比表面積 3,340cm ² /g, 密度 3.16g/cm ³
細骨材	S1	山砂, 君津産 表乾密度 2.56g/cm ³ , 粗粒率 2.10
	S2	石灰岩砕砂, 津久見産 表乾密度 2.64g/cm ³ , 粗粒率 3.70
粗骨材	G	石灰岩砕石 2005, 津久見産 表乾密度 2.70g/cm ³ , 実積率 61.0%
混和剤	Ad	AE 減水剤 (標準形)

Table 2 実験に供したコンクリートの配合 (Concrete Mix Proportion)

目標スランブ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)					Ad (C*%)
				W	C	S1	S2	G	
12	54.0	46.3	4.5	169	313	576	246	996	1.00

Table 3 スランブ試験の結果 (Slump Test Results)

配合	スランブの水準 (cm)	空気量 (%)	練上がりからの経過時間 (分)
基準コンクリート	12.0	3.7	0
	11.5	3.6	30
経時コンクリート	9.5	3.0	90
	7.5	2.6	110
加水コンクリート	23.0	4.2	0
	18.0	4.3	110

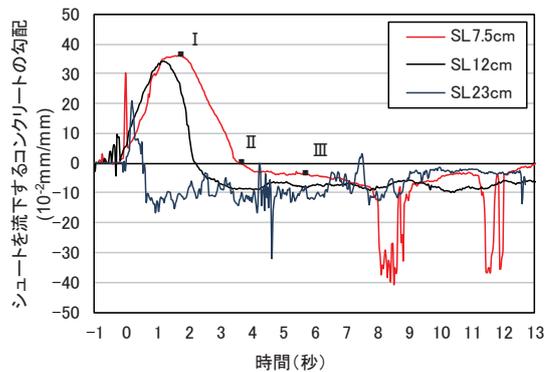
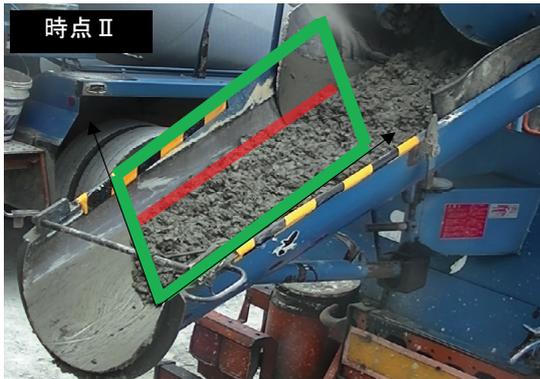


Fig.3 コンクリートの勾配の経時変化 (Changes in the Gradient of Concrete Over Time)

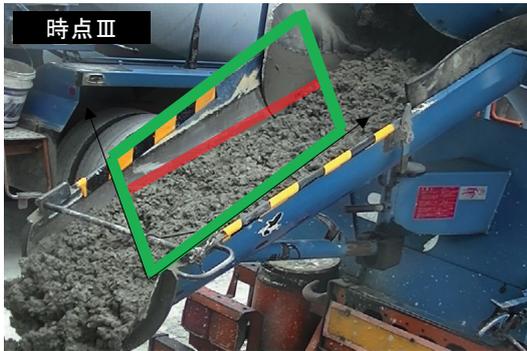
で 35×10⁻²mm/mm 程度であるのに対し、スランブ 23cm では 20×10⁻²mm/mm 程度まで低下する傾向が認められた。これは、スランブが小さい 12cm 以下のコンクリートの場合、スクープから排出する際にまとまった状態でシュート上に落下し、シュート上においても変形しにくく、平坦にならずに塊として測定範囲に到達したためと考えられる。コンクリートの勾配が増加して最大値となり、その後、減少してゼロになるまでの秒数に着目すると、スランブ 7.5cm の 3.5 秒に対しスランブ 12cm で 2.0 秒、スランブ 23cm では 0.5 秒となり、スラ



(i) 地点 I における状態



(ii) 地点 II における状態



(iii) 地点 III における状態



(iv) 地点 IV における状態

Fig.4 流下するコンクリートの外観 (SL=7.5cm)
(Appearance of Concrete Flowing Through chute(SL=7.5cm))

ンプが小さいものほど勾配がゼロになるまでの時間が長くなる傾向を示した。これは、前述したコンクリートの勾配の最大値が異なる現象と同様に、スランプが小さいコンクリートはシュート上で変形しにくいいため、勾配がゼロになるまでの時間が長くなったものと考えられる。

以上の結果より、コンクリートの勾配の最大値と勾配がゼロになるまでの時間に着目することで、スランプが推定できるものと考え、以下にスランプとの関係について検討した。

3. 考察

(1) シュートを流れるコンクリートの勾配の最大値とスランプとの関係について

Fig.5 にコンクリートの勾配の最大値とスランプの関係を示す。勾配の最大値が大きくなるほど、スランプが小さくなり、相関係数で 0.882 と高い相関が認められた。この結果により、コンクリートの勾配の最大値からスランプを推定できる可能性が示唆された。

(2) 勾配がゼロになるまでの時間とスランプとの関係について

Fig.6 に勾配がゼロになるまでの時間とスランプの関係を

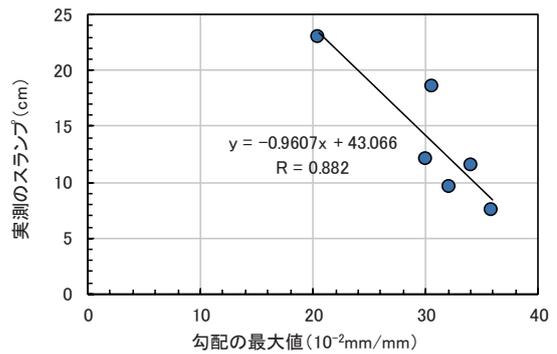


Fig.5 シュートを流下するコンクリートの勾配の最大値とスランプの関係
(Relationship between Maximum Gradient of Concrete Flowing Through Chute and Slump)

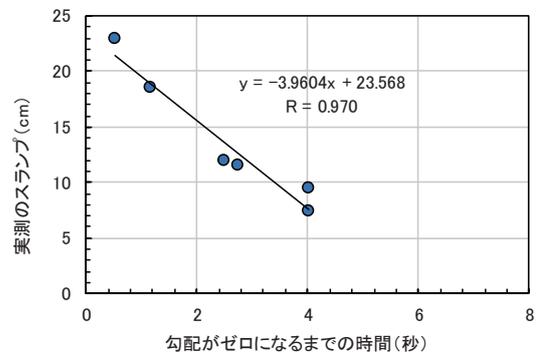


Fig.6 勾配がゼロになるまでの時間とスランプの関係

(Relationship between Time until the Gradient Becomes 0 and Slump)

示す。コンクリートの勾配の最大値と同様に、勾配がゼロになるまでの時間が長くなるに従って、スランプは小さくなり、相関係数で0.970と高い相関が認められた。この結果により、勾配がゼロになるまでの時間によってもスランプを推定できる可能性が示唆された。

(3) シュートを流れるコンクリートの勾配の積分値とスランプとの関係について

(1)および(2)においてコンクリートの勾配の最大値、勾配がゼロになるまでの時間とスランプには高い相関が認められた。しかし、基礎実験ではコンクリートの排出の際、アジテータ車のドラムの回転速度を4.0rpm一定としたが、実施工では、ポンプ車の圧送速度に応じてアジテータ車からの排出量を変える必要があり、アジテータ車のドラムの回転速度が一定とならないことから、コンクリートの勾配の最大値および勾配がゼロになるまでの時間とスランプとの相関が低くなる可能性が考えられた。そこで、Fig.7で示すように、コンクリートの勾配がゼロになるまでの時間で積分した値（以降、施工性判定の指標と称す）を新たな指標として、スラン

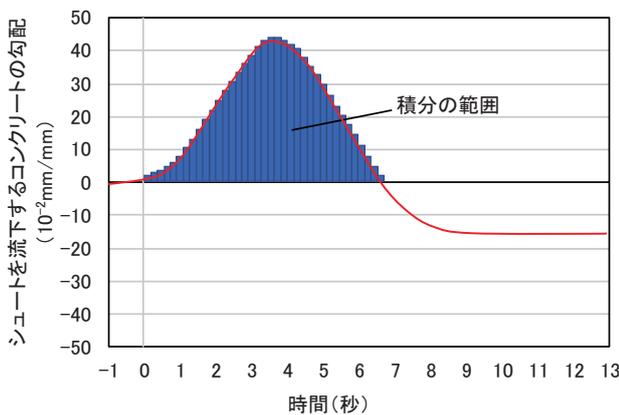


Fig.7 施工性判定の指標
(Integral Value of Gradient of Concrete Flowing Through Chute)

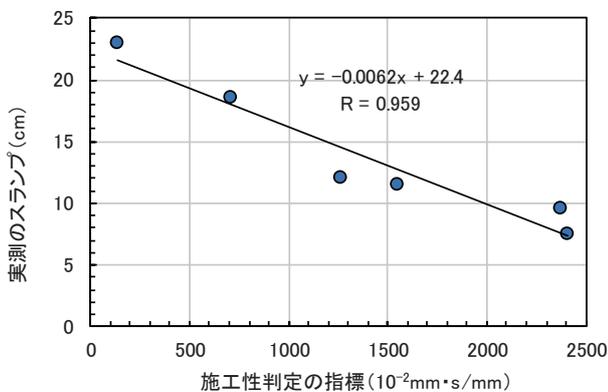


Fig.8 施工性判定の指標とスランプの関係
(Relationship between Index of Workability Judgment of Concrete and Slump)

プとの相関を検討した。Fig.8 に施工性判定の指標とスランプの関係を示す。施工性判定の指標とした場合でも相関係数で0.959となり、高い相関が得られた。

以上の結果を踏まえ、前述の3つの指標について、実際にコンクリートポンプ車へ排出するアジテータ車を用いた施工実験で検討することとした。

V. 施工性判定システムの施工実験

1. 実験概要

施工実験は2回実施し、1回目のアジテータ車22台分、2回目の10台分の計32台に対して、システムによる判定を試みた。

Table 4 および Table 5 に、施工実験に供した使用材料およびコンクリートの配合を示す。元々のコンクリートの目標スランプは12cmであるが、試験のため、施工中に、細骨材の表面水率によって一部のコンクリートの単位水量を+12kg/m³程度増加させることでスランプ18cmのコンクリートを製造し、実験の対象とした。コンクリートの打込み速度は28m³/hourで実施したが、その際に、排出速度はアジテータ車の操縦者には指示せずに、打込み状況に合わせてコンクリートポンプ車のホッパに投入することとした。また、アジテータ車のシュートの角度は、コンクリートポンプ車のホッパに据え付けられた際に、基礎実験と同様の20度であった。動画撮影用のカメラについても、基礎実験と同様にアジテータ車のシュートが撮影可能なコンクリートポンプ車のホッパの横に設置した。

2. 実験結果および考察

施工実験の際には、アジテータ車32台すべてについて、スランプ(JIS A 1101)を測定した。Fig.9に全データを示す。測定したスランプは9.0~19.5cmの範囲にあり、加水したコ

Table 4 施工実験に供したコンクリートの材料
(Concrete Material)

材料名	記号	備考
水	W	地下水
セメント	C	高炉セメントB種,比表面積 3,750cm ² /g,密度 3.04 g/cm ³
細骨材	S1	砕砂,八王子産 表乾密度 2.63 g/cm ³ ,粗粒率 3.10
	S2	山砂,君津産 表乾密度 2.59 g/cm ³ ,粗粒率 1.70
粗骨材	G	碎石 2005,八王子産 表乾密度 2.65g/cm ³ ,実積率 59.0%
混和剤	Ad	AE 減水剤 (標準形)

Table 5 施工実験に供したコンクリートの配合
(Concrete Mix Proportion)

目標スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)					Ad (C*%)
				W	C	S1	S2	G	
12.0	52.2	46.9	4.5	168	322	541	293	960	1.00

ンクリートを除くと平均 13.5cm で、加水したコンクリートは平均 18.2cm であった。

施工実験を通して、本システムの機器等はトラブルなく稼働した。

Fig.10 に施工実験におけるコンクリートの勾配の最大値とスランプの関係を示す。図中には、基礎実験の結果も併せて示す。施工実験におけるコンクリートの勾配の最大値とスランプ相関係数が 0.602 となり、基礎実験で得られた相関係数 0.882 と比較して低い結果となった。この理由は、コンクリートの打込み状況に合わせてコンクリートポンプ車のホッパに荷卸したため、基礎実験とは異なりアジテータ車からのコンクリートの排出量が一定にならなかったことによると考えられる。

Fig.11 に勾配がゼロになるまでの時間とスランプの関係を示す。勾配がゼロになるまでの時間とスランプの相関係数が 0.088 となり、相関は見られない結果であった。この理由についても、コンクリートの打込み状況に合わせてコンクリートポンプ車のホッパに荷卸したためと考えられる。アジテータ車の操縦者は、シュート上を流動するコンクリートのフレッシュ性状を目視で確認し、ホッパへの供給速度がある程度一定となるように、排出速度を調整するため、勾配がゼロになるまでの時間では、スランプの評価ができない場合があることが分かった。

以上の2つの結果より、施工実験では、コンクリートの勾配の最大値および勾配がゼロになるまでの時間のそれぞれの指標において、スランプとの相関が小さく、スランプを推定するには適さないことが確認された。

Fig.12 に施工性判定の指標とスランプの関係を示す。施工性判定の指標とスランプの相関係数が 0.803 となり、高い相関が得られ、スランプを推定できることが確認された。ここで、同一のスランプにおいても施工性判定の指標が異なる結果が得られているが、その理由として、動画撮影中にカメラ、シュートがアジテータ車の移動時の振動等により測定範囲がぶれることや、固定して設置されたカメラに対しシュートを据え付ける方向が台数ごとに若干異なるため流下するコンクリートの勾配の見え方が異なることが挙げられる。カメラが振動によってぶれないような固定方法の工夫や、シュートを据える方向を一定とすることで、測定値のばらつきは低減できるものと考えられる。

基礎実験と施工実験によって近似式が同一とならないことについては、スランプが同一であってもコンクリートの材料や配合によってコンシステンシーが異なるため、シュートを流下する際の勾配の経時的な変化の挙動が異なったものと考えられる。そこで、現状では、コンクリートの配合ごとに勾配の積分値のデータを取得して、キャリブレーションを行う必要がある。今後、データを蓄積することで判定精度を向上させていく所存である。

VI. 単位水量測定システムとの併用検証

1. 実験概要

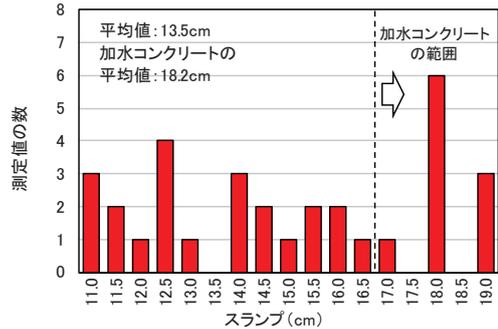


Fig.9 測定したスランプの全データ (All Measured Slump Data)

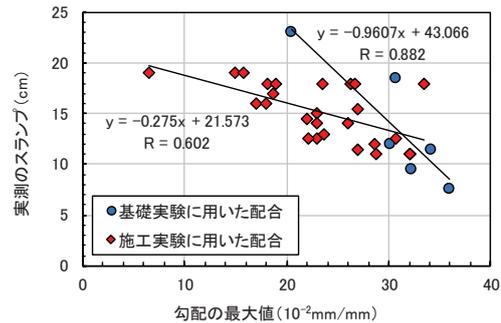


Fig.10 シュートを流下するコンクリートの勾配の最大値とスランプの関係

(Relationship between Maximum Gradient of Concrete Flowing Through Chute and Slump)

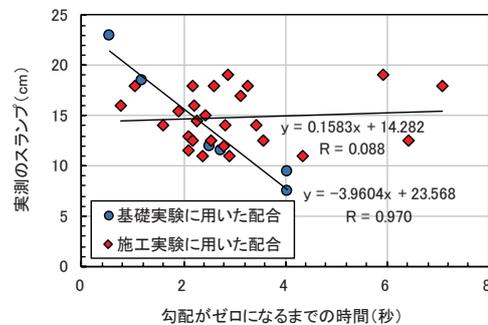


Fig.11 勾配がゼロになるまでの時間とスランプの関係 (Relationship between Time until the Gradient Becomes 0 and Slump)

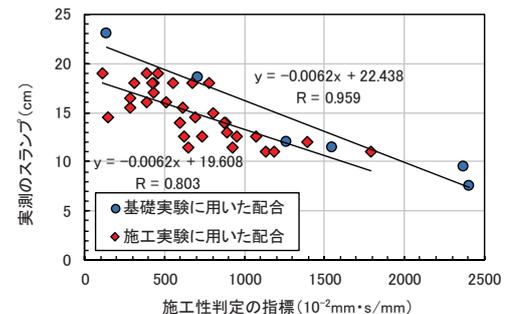


Fig.12 施工性判定の指標とスランプの関係 (Relationship between Integral of Gradient Flowing)

施工性判定システムと単位水量測定システムの併用検証は、施工性判定システムの施工実験と同一の場所で、連続して出荷されたアジテータ車15台分を対象に実施した。なお、試験のため、細骨材の表面水率の設定を調整することで、スランプのばらつきを大きくした。

コンクリートは、Table 5に示す施工性判定システムの施工実験時と同じ配合とした。実施項目は、施工性判定システムによる指標と単位水量測定システムによる単位水量の推定とし、これに加えてスランプ、空気量 (JIS A 1128) および圧縮強度 (JIS A 1108, 材齢28日) のデータを取得した。

2. 実験結果および考察

Fig.13 に実測スランプ、施工性判定の指標、推定単位水量および圧縮強度の測定結果を示す。15 台の実測スランプの平均値は 16cm であり、最小 11.5cm から最大 18.0cm の範囲で変動した。なお、空気量については図示していないが、大きな変動はなく $4.5 \pm 0.5\%$ の範囲で平均 4.7% あった。

Fig.14 に施工性判定の指標と実測スランプの関係を示す。本実験においても、施工性判定の指標は、実測スランプとの間に比較的高い相関が認められた。(直線近似、相関係数 $R=0.83$)。

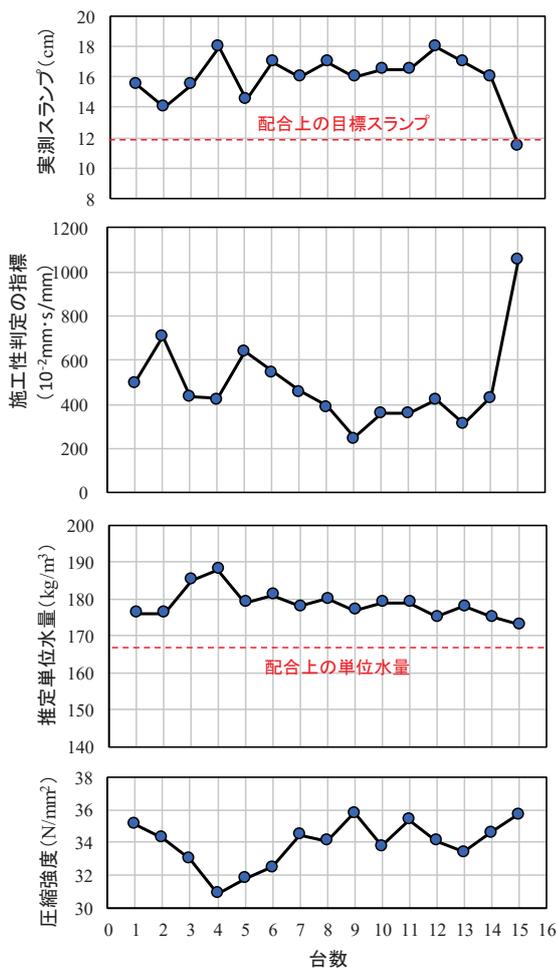


Fig.13 各種測定結果
(Various Measurement Results)

Fig.15 に単位水量測定システムによる推定単位水量と実測スランプの関係を示す。推定単位水量が大きいほど、実測スランプも大きくなる傾向が認められたが、直線近似による相関係数は $R=0.48$ と小さく、本実験の範囲では、単位水量測定システムでスランプを推定することは難しいことが確認できた。

Fig.16 に推定単位水量と圧縮強度の関係を示す。両者には、相関が認められ (直線近似、相関係数 $R=0.75$)、単位セメント量が既知であれば単位水量測定システムで推定される単

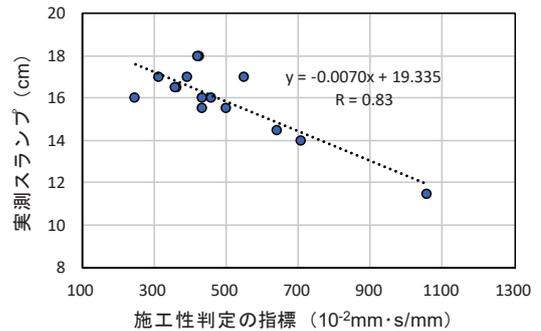


Fig.14 施工性判定の指標と実測スランプの関係
(Relationship between Workability Judgment Index and Measured Slump)

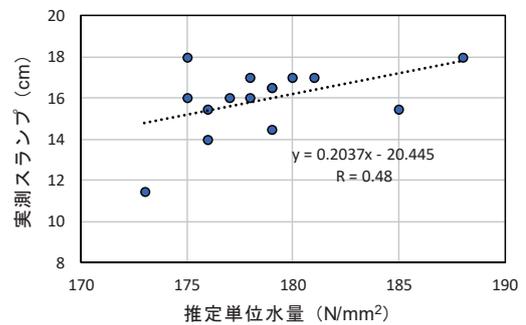


Fig.15 推定単位水量と実測スランプの関係
(Relationship between Estimated Unit Water Volume and Measured Slump)

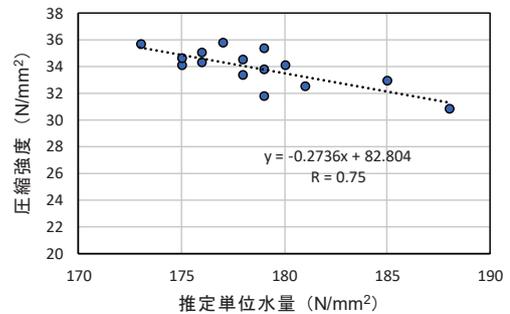


Fig.16 推定単位水量と圧縮強度の関係
(Relationship between Estimated Unit Water Volume and Compressive Strength)

位水量により圧縮強度を推定できることが改めて示された。

以上のことから、施工性判定システムは、スランプを精度よく推定でき、コンシステンシーの良否を判定できることが分かった。一方、単位水量測定システムは、既に多くの実績があるとおりに、単位水量とそれに伴う圧縮強度の傾向を捉えられることが分かった。よって、この両者によるコンクリート全量の品質管理を行うことで、スランプが所定のものよりも小さいことによって生じる品質リスク、すなわち豆板等の初期欠陥と、大きいことによって生じる品質リスクであるコンクリート構造物の強度、劣化や物質の透過に対する抵抗性の低下を、同時に防止することができるものと考えられる。

VII. まとめ

初期欠陥の発生および硬化後の品質が低下するリスクが高いコンクリートを排除することを目的として、動画像分析を活用し全量で、コンシステンシーの良否を判定する手法と、さらに既存技術である連続 RI 計測に基づく単位水量測定システムとの併用検討を行った。下記にその結果を示す。

- (1) シュートを流下するコンクリートの勾配の積分値を用いることで、実施工でも荷卸しの速度によらず、コンシステンシーの指標であるスランプを推定することができた。これによって、受け入れるコンクリートの「全量のフレッシュ性状・品質の連続かつリアルタイム管理」、「管理の省人・省力化」の実現の可能性を示した。
- (2) 連続 RI 計測に基づく単位水量測定システムによる推定単位水量と圧縮強度に相関が認められ、単位セメント量が既知であれば単位水量測定システムで推定される単位水量により圧縮強度を推定できることが改めて示された。

- (3) 動画像分析を活用したコンシステンシーの良否を全量で判定する手法と既存技術である連続 RI 計測に基づく単位水量測定システムの両技術を併用することで、コンクリート全量のコンシステンシーと硬化後の品質を、受入れ時に、リアルタイムで判定できることが示された。

今後は、コンシステンシーの良否を全量でリアルタイムに判定する手法において、材料や配合の異なるコンクリートでの検討から同様のデータを蓄積し、判定精度を高めた技術を完成させ、構造物の品質を確保しつつ、管理・検査の全量化、省人・省力化の実現に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 堂山修治, 竹下正一, 堤英彰, 城澤道正 ; i-Construction (建設現場の生産性革命) の推進と建設現場の安全性の向上に向けて, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.73, No.2, I_1-I_6, 2017.
- 2) 大友健, 渡邊高也, 上田浩平, 北原剛 ; 「生コン情報電子化」の展開—PRISMによる現場打ちコンクリート工の生産性向上と品質管理の高度化の検証—, コンクリート工学, Vol.58, No.1, 2020.1.
- 3) 土木学会 ; 2017年制定コンクリート標準示方書[施工編], pp.197-200, 2017.
- 4) 倉田和英, 松本修治, 柳井修司, 片村立太, 露木健一郎 ; 動画像分析を活用したフレッシュコンクリートの性状判定手法の検討, コンクリートの性能評価試験の合理化・省力化に関するシンポジウム, 2019.9, p.p.273-276.
- 5) 渡辺健, 松本純一, 橋本親典, 吉田幸信 ; RI 水分・密度計によるコンクリートの単位水量測定に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, 2003.6.

Experimental Study on Controlling the Acceptance of the Total Amount of Concrete

Shuji Matsumoto, Manabu Hashimoto, Kenzo Watanabe, Kazuhide Kurata¹⁾ and Shuji Yanai²⁾

In order to ensure the quality of concrete structures, it is important not to accept concrete that does not have the specified workability and that has a high risk of causing initial defects such as honeycomb. In addition, it is important to reliably remove concrete that has low strength and durability due to fluctuations in the surface moisture content of the aggregate and has a large amount of water. As a method of determining workability, we devised a method of estimating the slump from the flow gradient of concrete flowing through the chute of an agitator vehicle acquired by video analysis. In addition, in order to concurrently determine the quality after hardening such as strength and durability, we performed a combined verification of a unit water volume measurement system based on continuous RI measurement, which is an existing technology. As a result, it was confirmed that the workability of fresh concrete and the quality of hardened concrete can be judged in real time at the time of acceptance.