

# 報告 レディーミクストコンクリートの運搬記録に目視スランブを導入した自主管理の試み

湯本 哲也\*1・中田 善久\*2・斉藤 丈士\*3・大塚 秀三\*4

**要旨:** コストを大幅に上昇することなくレディーミクストコンクリートの全数検査が可能となる目視スランブによる自主管理を試みるために、運搬記録から抽出した目視スランブの推定値について調査を行うとともに、目視スランブの推定値に影響を及ぼす要因に関する検討を行った。その結果、目視スランブはレディーミクストコンクリートの自主管理に適用可能であることが明らかとなった。また、目視スランブの運用を試み、スランブの自主管理に適用可能であったことを報告した。

**キーワード:** レディーミクストコンクリート, 品質管理, スランブ, 自主検査, 目視スランブ

## 1. はじめに

生産者が行うレディーミクストコンクリート（以下、生コンと称する）の製品検査では、建設現場で荷卸し時に強度、スランブまたはスランブフロー、空気量および塩化物含有量の各試験が行われる。この検査ロットは150m<sup>3</sup>と定められており<sup>1)</sup>、検査対象となる30～40台に対して1台のトラックアジテータ（以下、生コン車と称する）以外の生コン車については、荷卸し時には各種試験が行われない。このため、生コンの品質に急な変動があっても、現状の製品検査でこれを検出することは困難な場合がある。

一方で建設現場における生コンの荷卸しでは生コン車の運転手が生コンの排出作業を担当するのが一般的であり、生コン車の運転手の目視による簡易的な検査が可能となれば、コストの大幅な上昇を伴うことなく生コンの全数チェックができ、生コンの品質に対する信頼性を向上できると考えられる。「JIS Q 1011 : 2009（適合性評価—日本工業規格への適合性の認証—分野別認証指針（レディーミクストコンクリート）」附属書では、製造工程の管理として全バッチについて目視などによるスランブの確認を要求している。これに対応して現状では全バッチの生コンについて監視モニタを目視確認するなどの方法で製造オペレータによるチェックが行われ、製造工程における管理の一環として有効に機能している。この現状から見ても目視によりスランブが推定できる可能性は高く、目視により推定するスランブ（以下、目視スランブと称する）は、生コン車の運転手による生コンの全量検査を実現できる簡易な方法となり得る。

そこで、本試みは、目視スランブの有効性と推定精度ならびに目視スランブに影響を及ぼす要因を明らかにするために、比較的多くのデータを収集することが可能な

生コン工場において目視スランブに関するデータを収集し検討を行ったものである。

## 2. 用語の定義

コンクリートの検査において目視による検査は打込み時の品質変化などを感覚的に捉えるものであるため、現状では目視スランブに関する用語は定まっていない。そこで用語の定義を図-1のように定めた。

## 3. 生コンの運搬記録を用いた目視スランブの調査

### 3.1 運搬記録による目視スランブの調査概要

#### (1) 運搬記録

運搬記録は、生コン工場の自主管理に用いるもので、生コン車の運転手が記録している。この内容は、生コン

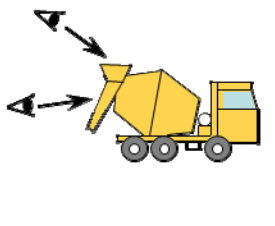
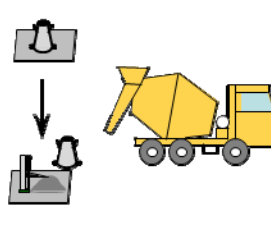
【目視スランブ】	【実測スランブ】
	
生コンの出荷時や荷卸し時にトラックアジテータの運転手が、ドラム内のかくはん羽根やドラム排出口から流れ落ちる、あるいは排出シュートを流れ落ちるコンクリートの状態を目視により確認した時のスランブの推定値(cm)	生コンの出荷時の工程検査や荷卸し時の製品検査においてトラックアジテータから採取したコンクリート試験体について JIS A 1101:2005（コンクリートのスランブ試験方法）により測定したスランブ(cm)

図-1 用語の定義

\*1 (株) 和田砂利商会（日本大学理工学部 建築学科 研究生）(正会員)  
 \*2 日本大学理工学部 建築学科 教授 博士（工学）(正会員)  
 \*3 日本大学生物資源科学部 生物環境工学科 准教授 博士（工学）(正会員)  
 \*4 ものつくり大学技能工芸学部建設学科 准教授 博士（工学）(正会員)

表-1 運搬記録による目視スランブのデータ数

混和剤の種類	AE減水剤コンクリート			高性能AE減水剤コンクリート			合計
呼び強度	18,21,24,27,30			27,30,33,36,39,40※,42,45			
呼びスランブ (cm)	8	15	18	15	18	21	
夏期	13	136	741	20	965	856	2,731
標準期	142	908	731	493	3,970	1,333	7,577
冬期	39	356	553	59	990	221	2,218
合計	194	1,400	2,025	572	5,925	2,410	12,526

※大臣認定調査

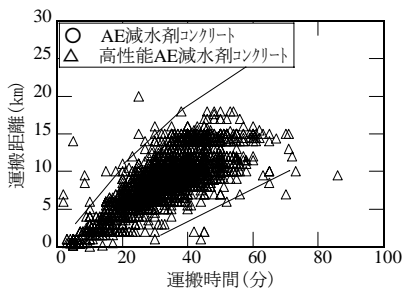


図-2 運搬時間と運搬距離

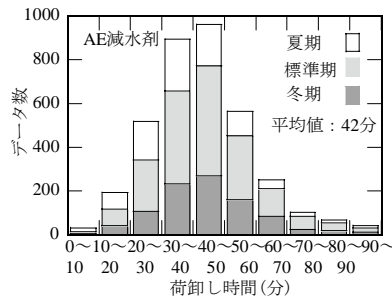
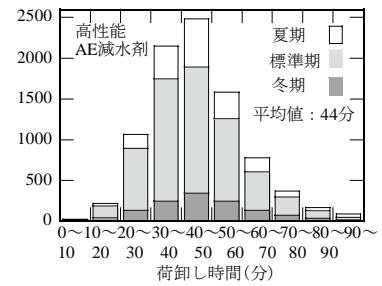


図-3 荷卸し時間の分布



の呼び強度、生コンの呼び名におけるスランブ（以下、呼びスランブと称する）、製造地点および荷卸し地点における目視スランブ、運搬時間、運搬距離および待機時間である。なお、本報告で取扱う荷卸し時間は、運搬時間と待機時間を加算したものとした。

### (2) 調査期間

調査期間は、2012年1月～2013年8月の1年8ヶ月間（20ヶ月間）とした。

### (3) 調査方法

大型生コン車において記録された運搬記録に限定して運搬時間、運搬距離、荷卸し時間および目視スランブを抽出し、化学混和剤の種類(AE減水剤コンクリート・高性能AE減水剤コンクリート)、呼びスランブおよび季節ごとに分類して検討した。季節の分類は、夏期(7/16～9/6)、標準期(2/21～7/15、9/7～12/5)および冬期(12/6～2/20)としている。運搬記録による目視スランブのデータ数を表-1 に示す。

## 3.2 運搬記録による目視スランブ調査結果および考察

### (1) 荷卸し地点までの運搬時間と運搬距離の関係

荷卸し地点（建設現場）までの運搬時間と運搬距離の関係を図-2 に示す。運搬距離の平均は約 8km、運搬時間の平均は 31 分であった。全体では、運搬距離は約 20km 圏内であり、概ね 90 分以内の結果であった。

### (2) 荷卸し時間の分布

荷卸し時間の分布を図-3 に示す。荷卸し時間の平均値は45分程度であり、高性能AE減水剤を使用している場合に若干長くなる傾向にあったが、化学混和剤の種類にかかわらず一部で 90 分を超えるものもあった。これは、前述の結果からすると、現場における待機時間の影響と考えられる。

### (3) 呼びスランブに対する目視スランブの分布

呼びスランブに対する製造地点と荷卸し地点における目視スランブの差の分布を図-4 に示す。AE 減水剤コンクリートおよび高性能 AE 減水剤コンクリートのいずれの場合も呼びスランブに対する目視スランブの差は製造地点の方が荷卸し地点よりも大きい傾向が見られた。これは、荷卸し地点までの運搬に伴うスランブの低下量を見込んで出荷しているためと考えられる。また、同じ呼びスランブについて比較した場合、呼びスランブに対する目視スランブの差の平均における製造地点と荷卸し地点の差は AE 減水剤コンクリートよりも高性能 AE 減水剤コンクリートの方が小さい結果となった。

## 3.3 まとめ

生コンの運搬記録により目視スランブに関する調査を行い、次の知見を得た。

- 1) 待機時間の影響により生コンの荷卸し時間は90分を越える場合があった。
- 2) 荷卸し地点における目視スランブは製造地点よりも小さい傾向にあった。
- 3) 高性能AE減水剤を使用したコンクリートは、AE減水剤を使用したものより製造地点から荷卸し地点までの目視スランブの低下が小さい傾向にあった。

運搬記録から抽出したデータにより生コン工場において製造されたコンクリートの荷卸し時間の傾向および運搬による目視スランブの変化の傾向を示すことができた。これより、生コン車の運転手による運搬記録および目視スランブは生コン工場の自主管理において有効に機能する可能性があると思われる。

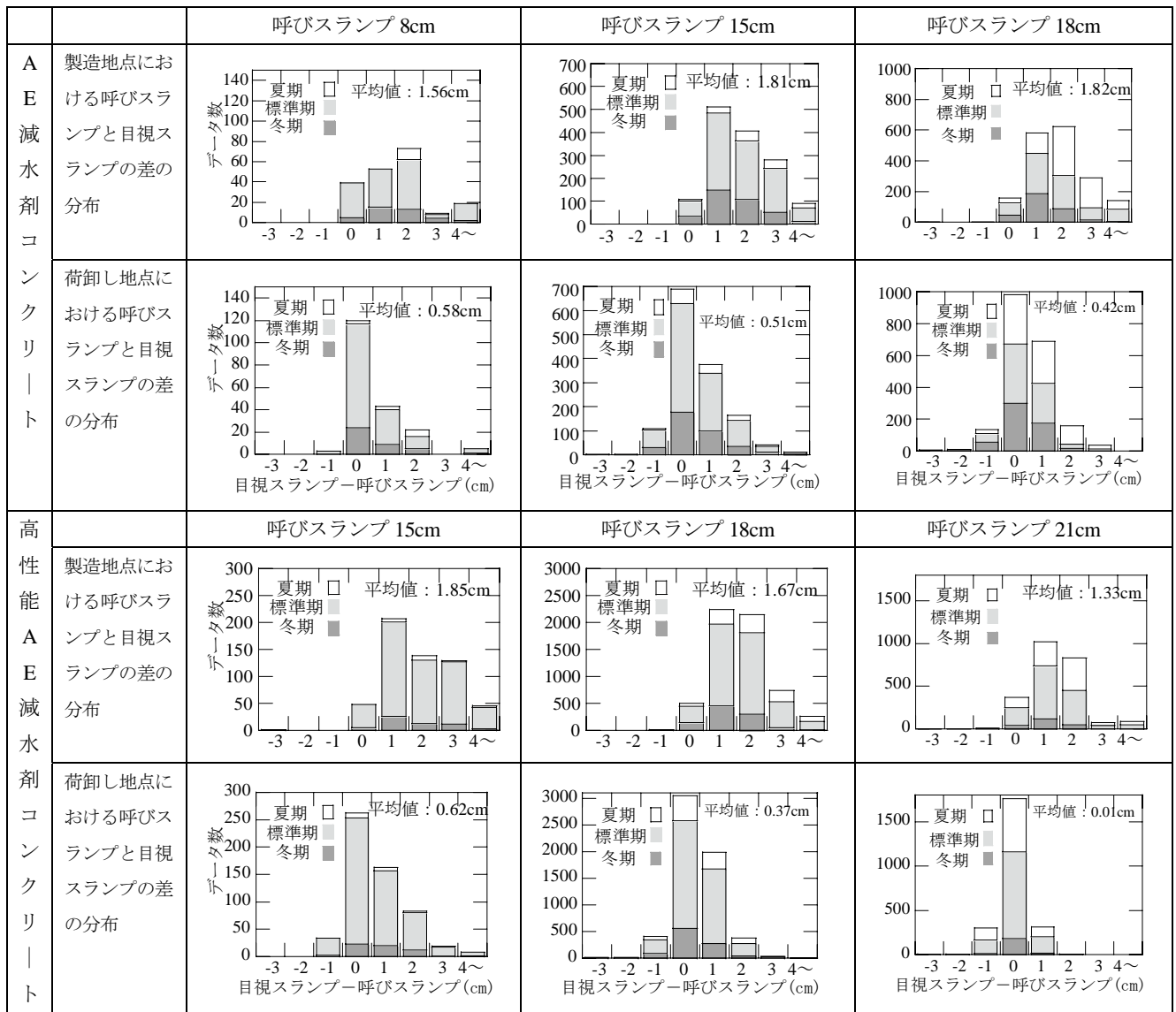


図-4 呼びスラブに対する製造地点および荷卸し地点における目視スラブの分布

#### 4. 要因ごとの目視スラブのばらつきに関する考察

##### 4.1 検討概要

###### (1) 抽出データ

運搬記録から同一の生コンについて製造地点ならびに荷卸し地点における目視スラブおよび実測スラブをそれぞれ抽出し、各種要因が目視スラブに及ぼす影響を検討した。

###### (2) データの分類方法と各データ数

抽出したデータを記録者の違い、使用された化学混和剤の違い (AE 減水剤および高性能 AE 減水剤)、季節の違い (標準期、夏期および冬期)、呼びスラブの違い (15, 18 および 21cm) および呼び強度の範囲を要因としてそれぞれ分類し、これら各種要因が目視スラブに及ぼす影響を検討した。なお、呼び強度の範囲は 18~27, 30~36, 39~45 および 45.5~53.5 に分類した。それぞれの要因ごとのデータ数を表-2 に示す。

表-2 各種要因ごとのデータ数

分類		データ数	合計
検査員	訓練済み記録者	283	992
	未訓練記録者	709	
使用混和剤	AE減水剤	389	992
	高性能AE減水剤	603	
季節	標準期	661	992
	夏期	155	
	冬期	176	
呼びスラブ <sup>a</sup>	15cm	125	992
	18cm	612	
	21cm	255	
呼び強度	18~27	327	992
	30~36	521	
	39~45	108	
	45.5~53.5	36	

###### (3) 生コンの概要

調査した生コンは、呼び強度の範囲が 18~45 の普通コンクリートおよび呼び強度が 45.5~53.5 の高強度コンクリート

表-3 記録者の概要

項目	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
年齢(歳)	45	58	31	39	60	61	65	54	47	57	59	62	29	35	44	62	54	58	60
経験(年)	11	8	1	4	24	22	19	10	12	20	6	10	7	5	7	3	20	23	8
訓練	有	有	有	有	有	有	有	有	有	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
データ数	49	37	31	21	29	37	41	20	18	77	72	77	65	84	72	82	55	12	57

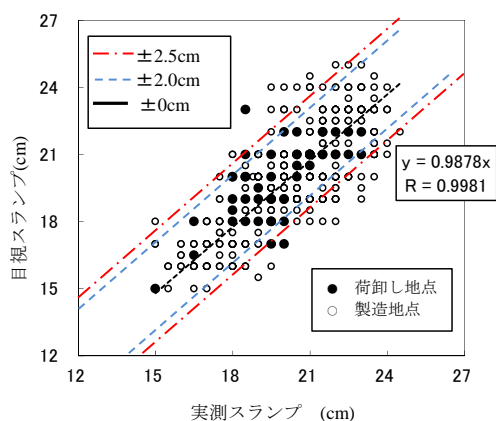


図-5 実測スランプと目視スランプの関係

リートで、呼び名におけるスランプは 15, 18 および 21cm とした。これは、既往の調査<sup>2)</sup>と同様に、概ね首都圏で一般的に流通している生コンと同等の範囲である。

(4) 記録者の概要

記録者は、中型および大型の生コン車を用いて生コンを運搬している運転手とした。ここでは、調査を行った生コン工場において年に1回程度実施される目視スランプに関する教育訓練を受講している記録者とそれ以外の記録者をそれぞれ「訓練済み記録者」と「未訓練記録者」と呼称し区別している。なお、記録者19名の年齢は29~65歳で平均49.6歳、生コン車の運転に従事している年数（以下、経験年数と称する）は1~24年で平均11.8年であり、このうち訓練済み記録者は9名、未訓練記録者は10名である。記録者の概要を表-3に示す。

4.2 各種要因が目視スランプのばらつきに及ぼす影響の検討結果および考察

(1) 実測スランプと目視スランプの関係

全データにおける実測スランプと目視スランプの関係を図-5に示す。実測スランプと目視スランプの関係を原点を通る直線で回帰すると、目視スランプは実測スランプよりも約1%小さい傾向を示していた。また、このときの相関係数(R)は0.9981と大きく、目視スランプと実測スランプは相関関係にあるものと考えられる。

(2) 記録者の違いによる影響

記録者の年齢ごとの目視スランプと実測スランプの差の範囲と平均を図-6に、記録者の経験年数ごとの目視スランプと実測スランプの差の範囲と平均を図-7に示す。

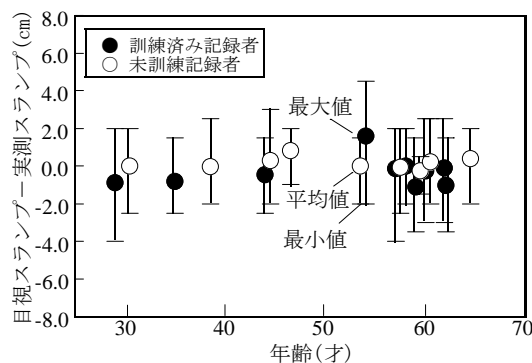


図-6 記録者の年齢ごとの目視スランプ-実測スランプの範囲と平均

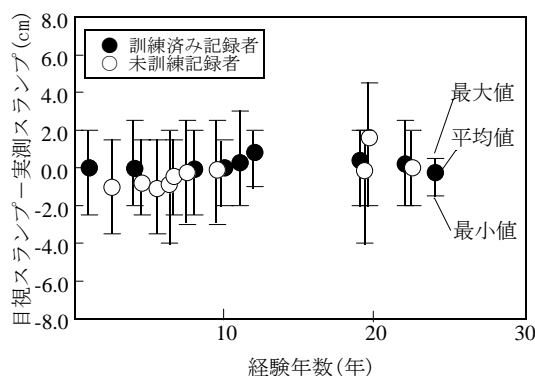


図-7 記録者の経験年数ごとの目視スランプ-実測スランプの範囲と平均

ここで、目視スランプと実測スランプの差は、「目視スランプ-実測スランプ (cm)」を示している。目視スランプと実測スランプの差の範囲および平均に記録者の年齢による明確な傾向は見られず、また、記録者の経験年数による明確な傾向も見られなかった。ただし、訓練済み記録者の場合に目視スランプと実測スランプの差の範囲は未訓練記録者よりも狭く、また、訓練済み記録者のみを見ると経験年数が高いほど目視スランプと実測スランプの差の範囲が狭くなるように感じられる。

目視スランプと実測スランプの差について、記録者ごとの経験年数と標準偏差の関係を図-8に示す。全体で見ると、記録者の経験年数と標準偏差の関係に明確な傾向は見られず、相関も見られない。また、未訓練記録者においても記録者の経験年数と標準偏差の関係に明確な傾向ならびに相関は見られない。しかし、訓練済み記録者の場合は、相関性はあまり強くない（相関係数R=0.630）ものの、

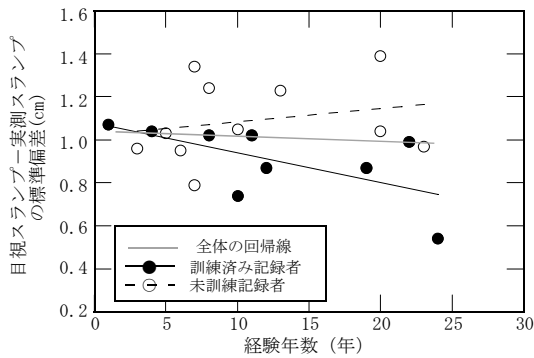


図-8 記録者ごとの経験年数と目視スランプ-実測スランプの標準偏差の関係

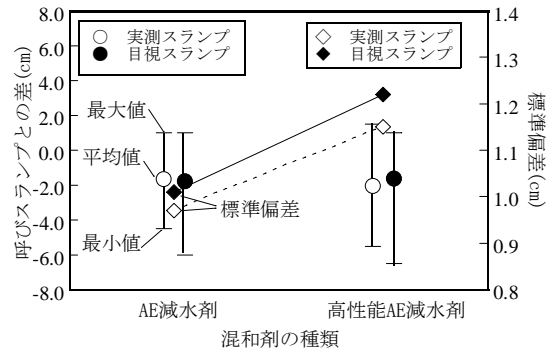


図-9 使用混和剤の違いによる呼びスランプと目視スランプ、実測スランプの差

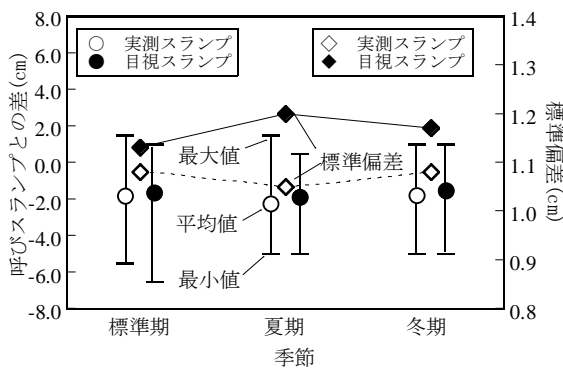


図-10 季節の違いによる呼びスランプと目視スランプ、実測スランプの差

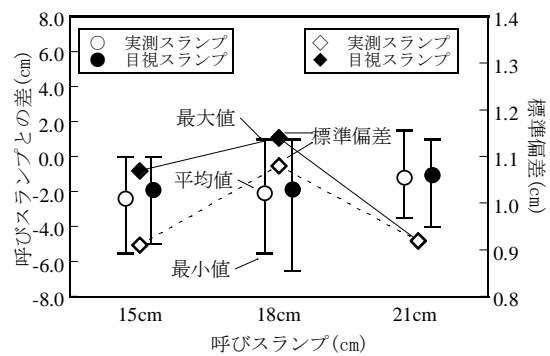


図-11 呼びスランプの違いによる呼びスランプと目視スランプ、実測スランプの差

経験年数が長いほど標準偏差は小さくなる傾向を示した。これらの結果より、目視スランプの推定能力は記録者により異なるため記録者の違いは目視スランプに影響を及ぼすが、記録者の年齢や経験年数はその直接的な影響要因でないこと、目視スランプに関する教育訓練を受講することにより目視スランプの範囲は実測スランプに近づくことがわかった。さらに、教育訓練済み記録者に限り、経験年数が長いほど目視スランプ検査の精度は高まる傾向にあるといえる。

### (3) 使用する化学混和剤の違いによる影響

使用された化学混和剤の種類ごとの呼びスランプに対する実測スランプの差ならびに呼びスランプに対する目視スランプの差を図-9に示す。呼びスランプに対する差は、「呼びスランプ-実測スランプまたは目視スランプ (cm)」を表している。なお、図中にはこれらの標準偏差を併せて示した。呼びスランプに対する実測スランプの差の平均と目視スランプの差の平均は、AE減水剤を使用したコンクリートの場合にはほぼ同等であったが、高性能AE減水剤を使用したコンクリートの場合は目視スランプの方が実測スランプよりも若干大きく、この差はおよそ0.5cmであった。このことは高性能AE減水剤を使用したコンクリートにおいては実測スランプよりも目視スランプが若干小さくなるこ

とを表している。また、標準偏差における実測スランプと目視スランプとの差はAE減水剤を用いたコンクリートよりも高性能AE減水剤を用いたコンクリートで大きく、目視スランプは高性能AE減水剤を用いたコンクリートの方がばらつく結果となった。高性能AE減水剤を用いたコンクリートは化学混和剤の減水率が高く単位水量が小さくなるためAE減水剤を用いた場合よりも粘性が高まる傾向にある<sup>3)</sup>ことから、これらの結果はコンクリートの粘性が目視スランプの推定値に影響を及ぼす可能性を示唆するものと考えられる。

### (4) 季節の違いによる影響

季節の違いごとの呼びスランプに対する実測スランプの差ならびに呼びスランプに対する目視スランプの差を図-10に示す。図中にはこれらの標準偏差を併せて示した。標準期において呼びスランプに対する実測スランプおよび目視スランプの差の範囲が若干大きくなったほか季節の違いによる明確な傾向は見られなかった。

### (5) 呼びスランプの違いによる影響

呼びスランプの違いごとの呼びスランプに対する実測スランプの差ならびに呼びスランプに対する目視スランプの差を図-11に示す。呼びスランプに対する実測スランプおよび目視スランプの差の範囲は呼びスランプ18cmで大きく、

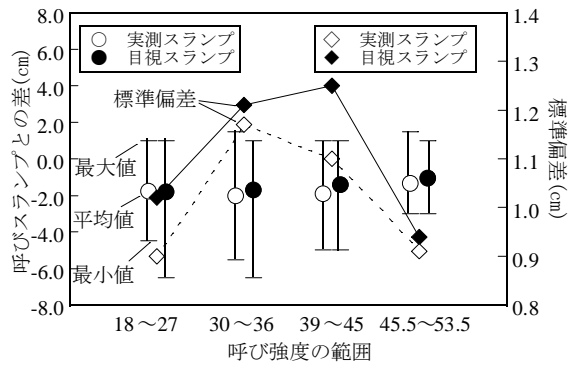


図-12 呼び強度の違いによる呼びスランブと目視スランブ、実測スランブの差

表-4 目視スランブによる自主管理の方法

実施場所	製造地点	荷卸し地点
実施のタイミング	トラックアジテータに積込み後のホッパカバー装着時	建設現場における待機時または荷卸し開始時
目視対象	ドラム内かくはん羽根から流れ落ちるコンクリートの状態	ドラム内かくはん羽根やドラム排出口から流れ落ちるコンクリートの状態、排出シュートを流れ落ちるコンクリートの状態
異常検出時の対応	品質管理担当者に内線連絡	会社に無線または携帯電話にて連絡

呼びスランブ21cmで小さかった。また、その標準偏差は呼びスランブ21cmで小さく、既往の調査結果<sup>2)</sup>と同じような傾向を示していた。差の範囲が呼びスランブ18cmで大きかったのは、呼びスランブ18cmの場合のデータ数が著しく多いためである。また、呼びスランブ21cmで差の範囲および標準偏差が小さかったことは、呼びスランブ21cmにおける実測スランブが19.5~24.5cmとコンシステンシーをスランブ試験によって鋭敏に捉えられる範囲の上限に近い<sup>4)</sup>ことから、実測スランブおよび目視スランブのいずれの結果もコンシステンシーの違いほどには範囲が大きくなり比較的小さい範囲に分布したためと考えられる。

#### (6) 呼び強度の違いによる影響

呼び強度の違いごとの呼びスランブに対する実測スランブの差ならびに呼びスランブに対する目視スランブの差を図-12に示す。全体に、呼びスランブに対する実測スランブおよび目視スランブの差に呼び強度の違いによる明確な傾向は見られなかったが、差の範囲および標準偏差は高強度コンクリートの場合に小さくなる傾向が見られた。これは、高強度コンクリートは一般にスランブが大きいことから、前述の呼びスランブの影響と考えられる。

#### 4.3 まとめ

目視スランブに影響を及ぼす要因に関する検討を行い、次の知見を得た。

- 1) 目視スランブに関する教育訓練を受講することにより目視スランブの範囲は実測スランブに近づく。また、

経験年数が長いほど教育訓練済み記録者の目視スランブ検査の精度は高まる。

- 2) 使用する化学混和剤の違いは目視スランブに影響し、高性能AE減水剤を使用したコンクリートでは目視スランブがやや小さくなる。
- 3) 呼びスランブが21cmの場合は実測スランブおよび目視スランブのいずれも呼びスランブとの差の範囲および標準偏差が小さく、この傾向は高強度コンクリートにも見られる。

#### 5. 目視スランブを導入した自主管理の試み

ここでは、生コン車運転手の目視スランブによる自主管理の実施時期を定め、さらに異常を検出した場合の対応方法を決めて表-4のように運用を試みた。運用期間は、2013年10~12月の3ヶ月間である。

その結果、目視スランブに関する異常件数は0件であり、その効果は確認できなかったが、この自主管理により1件の異物混入を検出することができた。

#### 6. おわりに

目視スランブの有効性と推定精度ならびに目視スランブに影響を及ぼす要因を明らかにするために、生コン車の運転手による運搬記録をもとにした調査を行った。その結果、運搬記録および目視スランブは生コン工場の自主管理において有効に機能する可能性があることを示した。また、目視スランブに影響を及ぼす要因は、記録者の違い、使用する化学混和剤の違いならびに呼びスランブおよび呼び強度の違いであること、記録者を訓練することにより目視スランブの推定精度は高まる傾向にあることを明らかとした。さらに、生コン工場において目視スランブを用いて自主管理を試み、一定の成果をあげることができた。

今後は、より一層のデータを集めるとともに未訓練記録者を訓練した結果について同様の検討を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 日本規格協会: JIS A 5308(レディーミクストコンクリート), P.8,2009.3.20
- 2) 黒田泰弘ほか: 建築工事用レディーミクストコンクリートの実態調査, コンクリート工学, Vol.50, No.11, pp.792-800,2013.10
- 3) 泉達男ほか: 高性能AE減水剤を用いたコンクリートの施工性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp.187-192,2000.6
- 4) 日本コンクリート工学会: コンクリート技術の要点'12, pp.52-54,2012