

## 15.3 性能規定に対応したコンクリート構造物の施工品質管理・検査に関する研究（1）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 22～平 26

担当チーム：材料資源研究グループ（基礎材料）

研究担当者：渡辺博志、古賀裕久、中村英佑

### 【要旨】

コンクリートに求められる性能を明確にした、より合理的な施工品質管理・検査体系が求められている。基礎材料チームでは、使用するコンクリートのスランプを現場条件に合わせてより柔軟に設定できるようにした場合を想定し、コンクリートの配合や打設に関する品質管理、検査について検討を行った。H26年度は、竣工検査時に耐久性等も含めて評価できる方法と期待される表面吸水試験について、実構造物での適用方法を提案した。また、スランプ試験後の外観とブリーディング性状から、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性の良否を評価する手法を提案した。

キーワード：コンクリート、品質管理、打込み、ブリーディング、表面吸水試験

### 1. はじめに

コンクリート構造物に関する施工品質管理や検査は、従来から用いられてきた材料・工法を念頭において定められた各施工段階における試験や、出来形検査、目視による検査や強度試験等で構成されており、強度以外の各種性能、例えば耐久性を直接的に検査する方法は、現状では確立されていない。このため、ともすれば従来の仕様にこだわることになり、新材料・新工法を柔軟に活用することが難しい。また、コンクリート構造物の要求性能の多様化に伴い、施工に起因したコンクリート構造物の不具合に関する現場技術相談も多くなっている。

そこで、材料や施工方法の自由度を高め、種々の条件に対応した新材料・新工法を活用し、施工における不具合を低減することが求められている。このためには、従来から用いられている材料・工法以外も対象にできるような、自由度の高い品質管理・検査システムが求められる（図-1）。

本研究では、特にコンクリート構造物の耐久性に影響する打込み等の施工要因や寒冷地での養生条件について検討を行っていた。基礎材料チームでは、主としてコンクリートの配合や打込み時の課題について検討した。

### 2. 検討の概要

#### 2.1 達成目標と検討項目

本研究課題の達成目標は、「出来上がりコンクリートの品質評価システムの提案」、「性能規定に対応した施工マニュアル（受取検査、打設・養生方法など）の提案」の

二つである

前者では、従来の仕様に入らない材料・施工を認めた場合に、特に耐久性について適切に評価していくことが困難と考えられることから、耐久性に優れた材料等を評価可能な試験方法について検討してきた（図-1）。

平成 25 年度までの検討の結果、かぶりコンクリートの緻密さを評価できる可能性がある試験方法として、表面吸水試験を提案した。研究の結果、コンクリートの短時間での吸水速度の大小と、塩化物イオン侵入に対する抵抗性の大小の間に、比較的良い関係があることがわかった<sup>1), 2)</sup>。また、試験結果の精度や、試験方法の簡素化についても検討してきた<sup>3)</sup>。

後者では、近年、耐震性能に関する要求の高まりから部材に配置される鋼材量が増えており、コンクリートを確実に充填するため、配筋や施工の条件にあわせてスランプを柔軟に設定することを想定した検討を行った。スランプの柔軟に設定することを認めた場合に、フレッシュコンクリートの材料分離が生じやすくなるおそれがあることから、その影響を把握し、留意点を整理してきた（図-1）。

平成 25 年度までの検討の結果、水や化学混和剤の使用量を不適切に増やすなどしてスランプを増大させた場合には、水の材料分離が生じ、耐凍害性へ悪影響が生じることなどが明らかになった<sup>4)</sup>。

#### 2.2 H26 年度の検討の着眼点

##### 2.2.1 品質評価システム

平成 25 年度までの検討では、コア試料を用いた表面吸

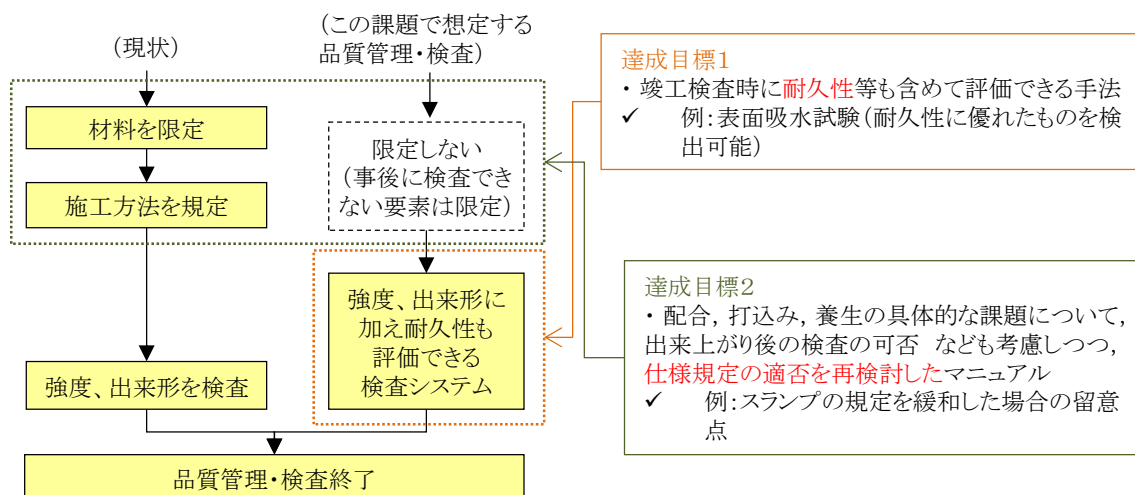


図-1 性能規定に対応した施工品質管理・検査の課題

水試験を対象としてきた。平成 26 年度は、表面吸水試験を構造物表面で行う方法について検討するため、実構造物を模した壁状の供試体での測定を行うなどして検討した。

### 2.2.2 スランプの柔軟な設定に対応した品質管理・検査

平成 25 年度までの検討で、簡易なブリーディング試験によって材料分離の程度を評価できる可能性を示していた。平成 26 年度は、使用する骨材を変更するなど、検討の範囲を拡大してこれを確かめた。また、これまでの検討結果を総合して、スランプの大きなコンクリートの材料分離抵抗性の良否を現場で判断する手法を示した。

また、締固め時の粗骨材の沈降について、試験を行って検証した。

## 3. 構造物表面での表面吸水試験の適用性

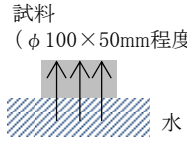
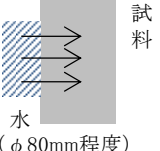
### 3.1 検討の着眼点

コンクリートの表面吸水試験の方法には、コアを採取して整形した試料を用いる方法と、コンクリートの表面に測定器具を取り付けて行う非破壊試験方法がある（表-1）。平成 25 年度までは、コア試料を用いた検討を行っており、耐久性を評価できる手法としての可能性を示すことができた。

一方で、従来から提案されている非破壊試験方法は、含水状態の調整を行っていないこと、試験中の吸水範囲の広がり不明確であることから、試験結果の信頼性に課題があると考えられた。しかし、現場適用を考慮すると、コアを採取することは必ずしも容易ではなく、簡易さの点で非破壊試験方法は魅力的である。

そこで、コア試料を用いた試験で提案した簡易な含水状態調整手法を非破壊試験にも応用し、吸水速度の測定

表-1 表面吸水試験方法の比較

分類	コア試料を用いる方法	非破壊試験方法
試験状況	 試料 (φ100×50mm程度) 水	 試料 水 (φ80mm程度)
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>試料の含水状態を調整できる。</li> <li>水の浸入状況がわかりやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非破壊で測定できる。</li> <li>短時間でできる。</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>コアを採取する必要。</li> <li>試験前の含水状態調整に3週間程度要する。</li> <li>吸水メカニズムが毛管吸水に限定される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験結果が含水状態の影響を受けやすい。</li> <li>試験中の吸水範囲の広がりが不明確。</li> <li>吸水方向の一部が重力の方向と一致するため、水頭差による吸水も生じる。</li> </ul>
代表的な規格	ASTM C 1585	ISAT (BS 1881, Part 208)

が可能か検討した。

### 3.2 検討方法

試験には、表-2 に示すコンクリートを用いた壁状供試体を用いた。水セメント比の異なるものに加え、石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートとした場合の品質の違いを評価することにした。

壁状供試体の測定位置等を図-2 に示す。今回表面吸水試験に用いた非破壊試験用のものと、破壊してコンクリートの試験に用いたものがある。表面吸水試験に用いた非破壊試験用の供試体は製作後、約1年間屋内に設置され、自然乾燥した状態であったので、平成 25 年度に提案した含水状態調整方法に準じて、48 時間水中で吸水さ

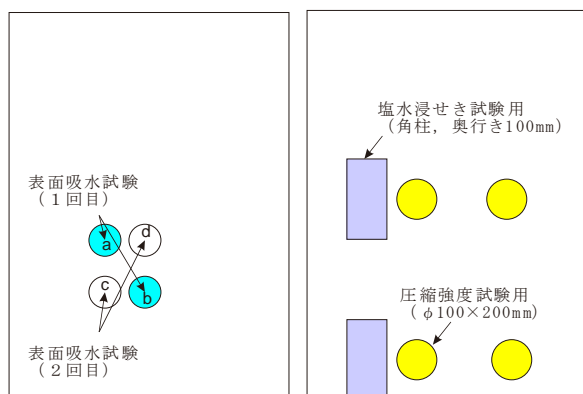
表-2 壁状供試体に用いた配合・試験結果

種類	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					化学混和剤(C <sub>x</sub> )			スランブ (cm)	空気量 (%)*1	σ <sub>28</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
	W	C	P	S	G	WR	SP	AE			
W/C=45	170	378	—	750	980	0.25	—	0.004	11.3	6.7	43.1
高流動	170	309	200	768	821	—	1.6	0.004	*2	5.9	40.3
W/C=55	170	309	—	806	980	0.15	—	0.005	15.5	5.6	32.6
W/C=65	170	262	—	845	980	0.05	—	0.0075	11.0	6.4	24.1

※C(普通ポルトランドセメント、密度3.15g/cm<sup>3</sup>)、P(石灰微粉末、密度2.71g/cm<sup>3</sup>、粉末度3620cm<sup>2</sup>/g)S(掛川産山砂、表乾密度2.57g/cm<sup>3</sup>、吸水率1.87%)、G(笠間産砕石、Gmax20mm、表乾密度2.67g/cm<sup>3</sup>、吸水率0.55%)、WR(AE減水剤、リグニンスルホン酸系、原液)、SP(高性能AE減水剤、ポリカルボン酸系)、AE(空気連行剤、変性ロジン酸化合物系)

\*1 他の実験の目的から空気量5.5%を目標として製造した。

\*2 スランブフロー63.0×62.0cm



(a) 非破壊試験用 (b) 破壊試験用

※壁状供試体の寸法は、幅0.7m、高さ1.0m、奥行き0.2m(破壊試験用)または0.3(非破壊試験用)mである。

※24時間の送風乾燥後、試験位置a、bで測定を行った。その約24時間後、試験位置c、dで測定を行った。

図-2 壁状供試体と試験位置

せ、24時間送風乾燥させた後に試験に用いた。

表面吸水試験には、林・細田らが提案する試験装置(図-3)<sup>9)</sup>を用いた。試験中は測定面に保持した吸水カップのφ80mmの吸水面から吸水させている。吸水量を吸水カップに取り付けた水圧センサーを用いて連続的に測定できる点がこの装置の特長である。

一方、破壊試験用の供試体からは、材齢約28日に試料を採取して、圧縮強度試験および濃度10%の塩水への浸せきを行った。塩水浸せき試験には、打設時に型枠に接していた一面を残して塗装した試料を用いた。浸せき開始から6箇月後、割裂した面に硝酸銀溶液を噴霧して変色した範囲を塩化物イオンの浸入範囲とした。

### 3.3 検討結果

#### 3.3.1 表面吸水試験の結果

表面吸水試験中の吸水量の測定例を図-4に示す。吸水量は、当初、同一供試体中の4つの試験位置でいずれも同程度であったが、吸水時間が増えると試験位置による差が拡大した。なお、配合の異なる4つの供試体で比較

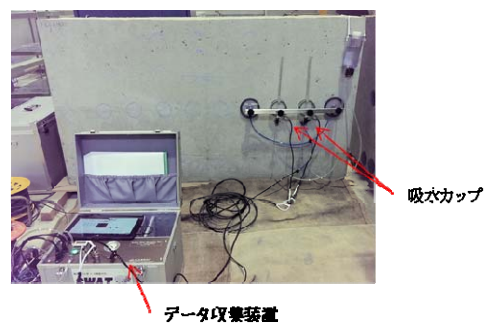


図-3 表面吸水試験の実施状況

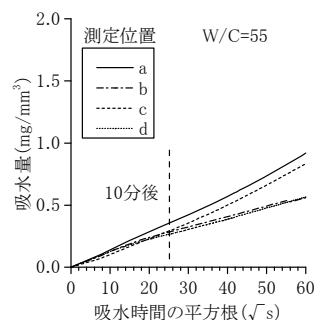


図-4 吸水量の測定例(表-2のW/C=55)

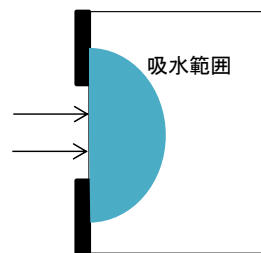


図-5 吸水範囲のイメージ

した結果、試験位置による試験順序の違いや底面からの高さの違いと吸水量の関係は、必ずしも明確ではなかった。

平成25年度までに行ったコア試料での測定では、吸水時間が増加しても吸水量のばらつきは増加しなかった。

今回、壁面から吸水させたが、このとき図-5のように吸水範囲が拡大することが考えられる。吸水時間が増加すると、コアを用いた試験と異なり、吸水のフロントが3次的に増大し、測定面付近のコンクリート中の微細な空隙などの影響を受けやすくなったことが考えられる。

そこで、非破壊試験の結果を整理する際には、吸水開始から10分後の吸水量の推移に着目し、吸水速度を求めた。

### 3.3.2 表面吸水試験結果とコンクリート品質の関係

非破壊試験用供試体の4箇所測定した10分後の吸水速度の平均値を、破壊試験用供試体で測定した圧縮強度、塩化物イオン侵入深さと比較して図-6、図-7に示す。圧縮強度、塩化物イオン侵入深さは、測定した位置が表面吸水試験と異なるが、底面からの高さが0.6mまでの範囲内での品質の変動は顕著なものではなかったため、その平均値を求めて指標とした。

図-6から、表面吸水試験中の吸水速度の大小は、各配合の違いによる塩化物イオン侵入に対する抵抗性の良否と良い関係があった。

図-7に示すように、従来から行われているコアの圧縮強度も、水セメント比の異なる配合に関しては塩化物イオン侵入深さの良否と良い関係があった。ただし、石灰石微粉末を用いて高流動コンクリートとした配合は、強度は水セメント比が10%小さいW/C=45の配合と近くなったが、塩化物侵入に関しては、同じ水セメント比であるW/C=55の配合と同程度であった。

## 3.4 表面吸水試験の適用性検討結果のまとめ

出来上がったコンクリートの品質を評価する方法として、従来から、圧縮強度試験がよく用いられてきた。一般に、強度の高いコンクリートは耐久性に関わる品質も優れていることが知られている。しかし、使用する骨材や配合によっては、強度と耐久性の大小関係が異なる場合もある。今回、出来上がったコンクリートの、特に塩害に対する抵抗性をより精度良く評価できる手法として表面吸水試験を提案した。

## 4. スランブを柔軟に設定することを想定した材料分離抵抗性の評価手法

### 4.1 検討の着眼点

近年、化学混和剤に関する技術の向上などにより、コンクリートの品質を損なうことなく、フレッシュコンクリートの流動性を大きくすることが可能になってきている。一方で、単純にコンクリート中の水の量を増やすなど、不適切な配合でスランブを増大させると、施工中に

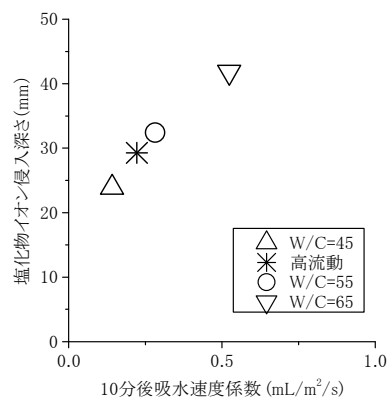


図-6 吸水速度と塩化物侵入深さの関係

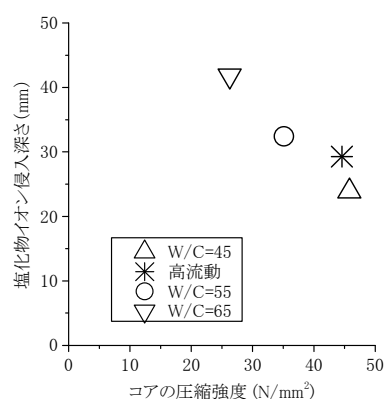


図-7 コアの圧縮強度と塩化物侵入深さの関係

材料分離などの不具合が生じるおそれもある。

これまで土木構造物に用いられるコンクリートのスランブは多くの場合8cmであり、経験のある技術者の場合は、その試験時の状況から、材料分離抵抗性をある程度判断できると考えられる。これに対し、スランブを大きく変更するとフレッシュコンクリートの性状が変わるので、慣れるまではその適否を見極めることが必ずしも容易ではないと考えられる。

そこで、スランブが大きいコンクリートを種々の方法で製造し、その適否を評価する試験方法や硬化後のコンクリート品質に与える影響について検討してきた。平成26年度は、これまでの検討結果を総合した評価手法を提示するとともに、現場でも実施可能な簡易なブリーディング試験について、提案を行った。

### 4.2 材料分離抵抗性の評価手法に関する検討

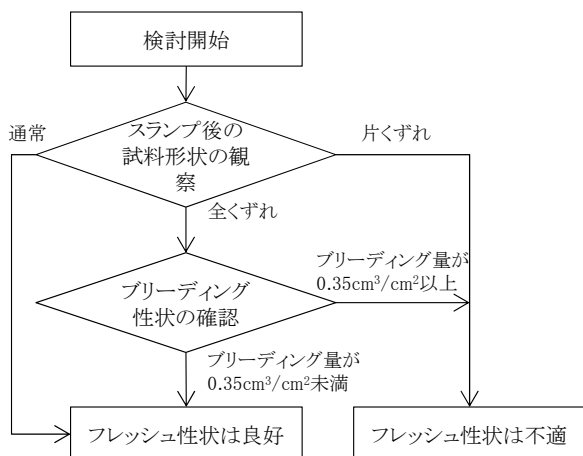
平成26年度は、これまでの検討成果の総合的などりまとめを行った。材料分離抵抗性の良否を評価する手法としては、表-3に示すような手法について検討してきたが、種々の性状を示すフレッシュコンクリートについて単独

表-3 材料分離抵抗性の試験方法

種類	方法・課題
スランブ試験後の試料の観察	<ul style="list-style-type: none"> <li>スランブコーンの形状を保ったまま変形するかを観察する。</li> <li>軟練りのコンクリートには、試料が崩れても品質が不適切とまでは判断できない。</li> </ul>
スランブ試験後のタンピング試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>スランブ試験後の試料に衝撃を加えるなどして、変形性状から評価する。</li> <li>常に同様な衝撃を加えることは、必ずしも容易ではない。</li> </ul>
間隙通過試験、L型フロー試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>容器に入れたコンクリートを振動締め固めし、間隙などを通過する速さ等から評価する。</li> <li>スランブが8cmに近いコンクリートを試験する際に、通常の施工以上の振動締め固め時間を要する場合がある。それにより生じた材料分離の評価が難しい。</li> </ul>
ブリーディング試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>フレッシュコンクリートのブリーディング量、速度等から評価する。</li> <li>極端な配合の場合、材料分離抵抗性は低いがブリーディング量が小さいようなコンクリートも製造できる。</li> </ul>

表-4 スランブ試験後の試料の状況の分類

分類	特徴など
通常	 <ul style="list-style-type: none"> <li>スランブコーンに詰められた形状がおおむね保存されたまま下方へ沈降している。</li> <li>上面の平面が保存されている。</li> </ul>
片くずれ	 <ul style="list-style-type: none"> <li>試料の一部はコーンに詰められた形状を保持し、一部が崩れている。</li> <li>試料が外側に開くようにして崩れる、顕著な場合は、結果として全くずれと同様な形状を呈する。</li> <li>単位セメント量が不足した場合、細骨材の粒度分布が不適切な場合に生じた。</li> </ul>
全くずれ	 <ul style="list-style-type: none"> <li>試料が全体的に下方へ沈降する際に、スランブコーンの形状が維持できず山状になっている。</li> <li>上面に平面が認められない。</li> <li>単位水量や化学混和剤の使用量が過剰な場合に生じた。一方で、高性能 AE 減水剤を使用した場合で、耐久性上悪影響は生じないと考えられる場合にも生じた。</li> </ul>
特殊（ペースト分離）	 <ul style="list-style-type: none"> <li>高性能 AE 減水剤を過剰に使用した結果、セメントペーストが分離</li> </ul>



※本研究の範囲内では、ポンプ施工中の材料分離について詳細に検討するには至らなかった。ポンプ施工の適否については、別途検討すると良い。

図-8 フレッシュ性状の適否の判定方法（案）

の手法で良好な評価を行うことは難しいと考えられた。

そこで、スランブ試験後の試料の観察およびブリーディング試験を組み合わせる方法を提案した。

図-8 にその概略を示す。

スランブ試験後の試料の観察例を表-4 に示す。崩れ方が「通常」の場合、材料分離抵抗性に関しては概ね問題ないと考えられた。一方で、「片くずれ」は、セメント量や砂の微粒分量などが極端に少なく、モルタル部分の粘性が不足した配合で生じた。「片くずれ」が生じるコンクリートについては、セメントペーストまたはモルタル分

の不足により、耐凍害性などに悪影響が生じやすいことを平成 25 年度までの検討で明らかにしている。

「全くずれ」は、単位水量や化学混和剤の使用量が過剰な配合などで生じたが、種々の試験結果から強度・耐久性に影響がないと認められる高性能 AE 減水剤を用いた配合でも生じる場合があった。そこで、ブリーディング試験を併用して、配合の適否を判定することを提案した。

ブリーディング量の大小とコンクリート品質の関係に

関しては、建築分野の検討の結果<sup>6)</sup>として、JIS A 1123 によるブリーディング量の測定結果が  $0.30\text{cm}^3/\text{cm}^2$  以下の場合、耐凍害性等の点で優れるとするものがある。しかし、品質の悪いものを明確にする閾値は明確ではないのが現状である。

本研究で細骨材、水セメント比、単位水量等の異なる数十種類の配合について検討した結果、スランブの試験後の試料の形状が「通常」または「全くずれ」の配合で、ブリーディング量の測定結果が  $0.35\text{cm}^3/\text{cm}^2$  程度以下のものは、強度・耐久性ともほとんど問題ないと考えられた。一方、これより大きいものは、練り上がり状況または硬化後の試験結果から適切といえる配合がなかった。そこで、この値を閾値として提案した（図-9）。

### 4. 3 簡易ブリーディング試験に関する検討

図-9には、厳密なブリーディング試験方法として JIS A 1123 による試験結果を掲載したが、この方法は、配合にもよるが測定終了まで6時間程度を要する場合も有ることから、日常的な品質管理や受入れ検査に用いることは困難である。

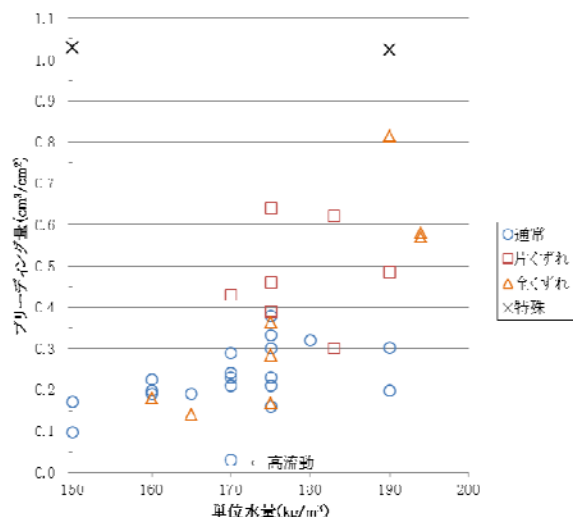
そこで比較的少量の試料を用い、重りを用いて水の分離を促進し、30分間で抽出した水を測定する簡易ブリーディング試験方法（図-10）を定め、その適用性を検討した。平成26年度は、細骨材の種類が異なる場合などについて検討した。

試験結果を JIS 法と比較して図-11に示す。簡易ブリーディング試験の結果は、単位セメント量が少ないなどのため、スランブ試験後に「片くずれ」を呈する試料の場合、密実に容器内に詰めることが難しく、ブリーディング量が小さくなる傾向が認められた。一方で、スランブ試験後「全くずれ」を呈する配合について、水量が過剰でないか適切する方法としては適していた。

試験結果から、JIS 法によるブリーディング量  $0.35\text{cm}^3/\text{cm}^2$  相当する30分間の簡易ブリーディング量は  $0.28\text{cm}^3/\text{cm}^2$  であった。

### 4. 4 材料分離抵抗性の評価手法に関するまとめ

平成26年度は、これまでの検討結果を取りまとめるとともに、種々の配合の簡易ブリーディング試験を行った。その結果、スランブ試験後の試料形状とブリーディング性状に関する試験を組み合わせる手法を提案した。また、JIS A 1123 によるブリーディング試験は半日程度の測定時間を要するため現場での品質管理には使用できないので、重りを用いて30分間の測定を行う簡易ブリーディング試験を提案した。



※縦軸は、JIS A 1123 によるブリーディング試験結果を示す。  
 ※凡例は、スランブ試験後の試料の形状を分類した結果を示す。  
 ※試験したコンクリートの水セメント比は、45~65%程度で、多くは55%である。

図-9 種々のコンクリートの単位水量とブリーディング量の関係

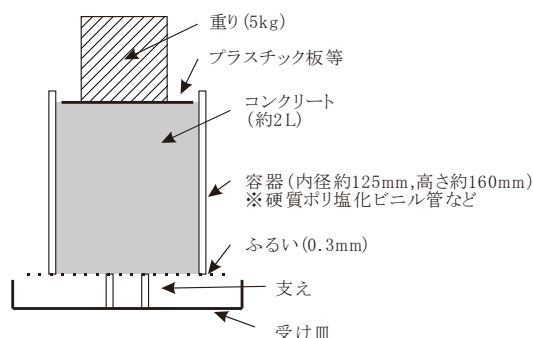


図-10 簡易ブリーディング試験の状況

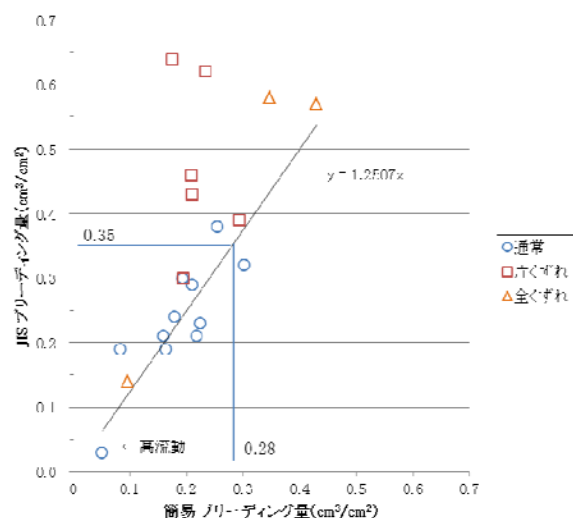


図-11 簡易ブリーディング試験結果と JIS ブリーディング試験結果の比較

表-5 粗骨材の沈降について検証したコンクリートの配合・試験結果

種類	W/C (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )					スランプ (cm)	空気量 (%)	スランプ性状 *3
		W	C	P	S	G			
(a) 単位水量が異なるもの									
目標スランプ 5cm	55	160	291	—	873	980	5.1	4.0	通常
目標スランプ 8cm		165	300	—	852	980	8.6	4.5	
目標スランプ 15cm		170	309	—	832	980	13.3	4.5	
目標スランプ 18cm		175	318	—	812	980	19.7	4.5	
(b) 水セメント比が異なるもの									
W/C=45%	45	170	378	—	776	980	15.1	5.5	通常
W/C=65%	65		262	—	871	—	15.2	5.2	通常
材料分離	65		194	298	—	779	22.5	5.5	全くずれ
(c) 骨材が異なるもの									
細骨材の微粒分除去	55	170	309	—	832	980	17.1	4.5	片くずれ
スラグ粗骨材		170	309	—	832	*1	10.2	4.4	通常
粗骨材量少		175	318	—	903	885	17.4	5.0	通常
(d) 高性能AE減水剤を用いたもの									
高性能AE	55	165	300	—	852	980	16.5	5.0	通常
高流動		170	309	200	768	821	*2	5.9	高流動

\*1 密度の大きいスラグ粗骨材を、それ以外の配合に用いた碎石と同体積になるように用いた (1360kg/m<sup>3</sup>)。

\*2 スランプフローで62.5cm

\*3 表-4参照

## 5. 締固め時の粗骨材の沈降に関する検討

### 5.1 検討の着眼点

一般に、スランプが大きいコンクリートほど、振動締固めに要するエネルギーは小さくなる。よって、締固め作業を行う際に、コンクリート表面の状態などを観察して、振動締固めを行う時間等も適宜調節すべきである。

従来よりもスランプの大きいコンクリートを用いた場合、締固めに関する注意が行き届いていないと、締固め時間が過剰になって、コンクリート内部で比重の大きな粗骨材が下に沈降するなどの悪影響が生じるおそれがあると考えた。そこで、スランプの異なるコンクリートを練混ぜて振動締固めを行い、その影響程度を把握した。

### 5.2 検討方法

スランプの大小や使用する骨材、水セメント比などが異なる種々の配合のコンクリートを練混ぜた。配合や試験結果を表-5に示す。

練混ぜたフレッシュコンクリートから 22kg の試料を採取し、φ20×40cm の鋼製型枠中に投入した。その後、試料中央に棒形バイブレータを挿入し、5、10、または30秒間の締固めを行った。なお、一般的な状況では、1箇所での締固め時間は5~15秒程度が適当と考えられている<sup>7)</sup>。今回、目視で観察した限りでは、鋼製の小さな型枠中で締め固めていることもあり、10秒間でもやや締固め時間が長いようにも感じられた。締固め時間30秒は、明らかに締固め過剰になった場合の影響を見るケースとして設けた。

締固めから約1時間後、まだコンクリートが固まらないうちに脱型し、上部と下部に二分割して全ての試料を

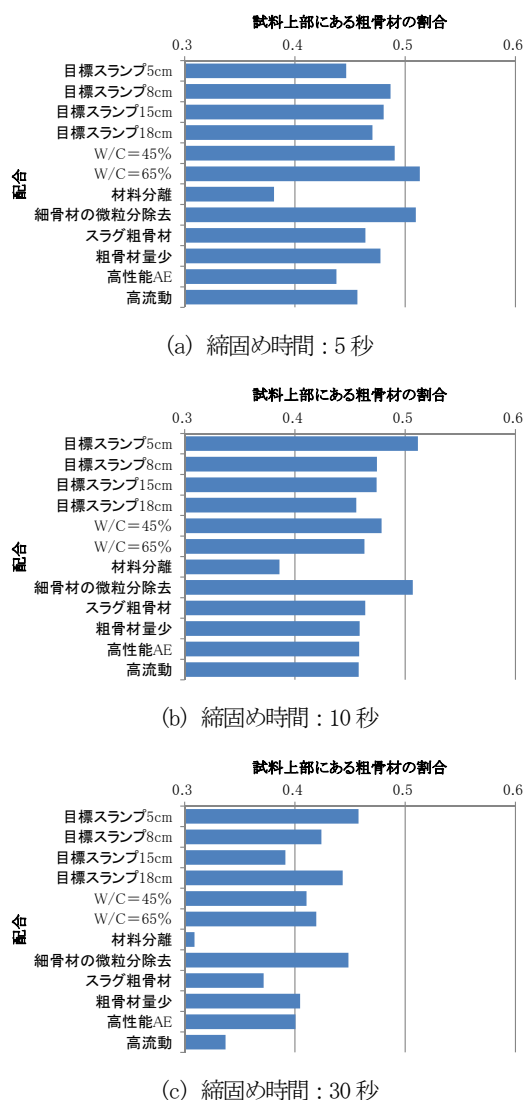


図-12 締固め後の試料上部の粗骨材量

採取した。採取した試料をそれぞれ洗いふるいし、上部と下部に含まれていた粗骨材を取りだして、その絶乾質量を測定した。

### 5.3 検討結果

試料の上部に含まれていた粗骨材の割合を、図-12に示す。この値が0.5のとき、試料の上部と下部に含まれる粗骨材の量は同じであり、粗骨材が下部に沈降するほど、値は小さくなる。

まず、締固め時間が5秒または10秒の場合に着目すると、加水を模擬して単位水量を増やした配合(表-5の「材料分離」)では、締固め時間が少なくても顕著な粗骨材の沈降が生じていた。一方で、他の配合では、上部の粗骨材の量が下部よりもやや少ないものの顕著ではなく、配合による差は明確ではなかった。

次に、締固め時間が30秒の場合に着目すると、いずれの配合でも、締固め時間が5~10秒の場合より粗骨材が沈降していた。表-5の「材料分離」の配合が最も粗骨材量の上下差が顕著であったが、「高流動」、「スラグ粗骨材」の配合もやや沈降量が大きかった。

スランブ5cmの配合は、過剰締固めの影響を比較的受けにくいようにも見える。しかし、スランブ8~18cmの範囲では、スランブの大小と過剰に締固めした際の粗骨材の沈降量は明確ではなかった。

### 5.4 粗骨材の沈降に関する検討のまとめ

従来の土木用コンクリートよりも大きなスランブのコンクリートを用いる場合を想定し、振動締固め時の粗骨材の沈降量について検討した。実験結果から、材料・配合が適切であれば、スランブが18cm程度までの範囲で、粗骨材の沈降量が極端に大きくなるなどの問題が生じるおそれは少なかった。従来と同様に締固め中の状態などを観察して、振動締固めを行う時間等を適宜調節すれば十分対応できることが確認された。

## 6. まとめ

この研究では、コンクリートの材料や施工の自由度を高めた場合に対応できる品質管理・検査手法について検討している。

基礎材料チームでは、フレッシュコンクリートのスランブを一般的な8cmより大きくした場合を想定して、これまでスランブの規定で暗黙のうちに確保されてきたと見られる品質を確保する方法について検討した。

平成26年度は、出来上がりコンクリートの耐久性を評価する方法として、検討してきた表面吸水試験を、実構造物を模擬した壁状供試体に適用し、適用方法によって

は、コア試料を用いる場合と同様、コンクリートの品質評価が可能なることを明らかにした。一方で、壁面での測定では、吸水時間の経過とともに試験誤差が大きくなるおそれがあり、有効な測定は吸水開始から10分程度で、表層の評価に限られるといった留意点も明らかになった。

また、これまでの検討結果をとりまとめ、施工中に水の分離が生じやすいフレッシュコンクリートを受入れ時に排除するための方法として、スランブ試験後の試料の観察とブリーディング性状の試験を組み合わせた評価方法を提案した。また、ブリーディング性状を短時間でも評価できる方法として簡易ブリーディング試験を提案し、その有効性を示した。

従来、一般的な土木コンクリート構造物に用いられるコンクリートは、スランブ8cmのものが多かったが、耐震設計の高度化などにより、鉄筋量が増加して充填が難しくなっている場合もある。また、本研究でも充填が難しい場所において長時間振動締め固めを行うと、耐凍害性に悪影響が生じることが確認されている。施工条件によっては、本研究で提案した方法等を用いて材料分離抵抗性の確保に留意しつつ、目標スランブを柔軟に設定したコンクリートを用いるのが、耐久性確保の面で有効と考える。

## 参考文献

- 1) 古賀裕久、河野広隆、渡辺博志：実構造物から採取したコアの吸水性状と耐久性能の関係、セメント・コンクリート論文集、Vol.66、pp.429-436、2013.2
- 2) 古賀裕久、渡辺博志、河野広隆、片平博：使用材料の異なるコンクリートの耐久性能と吸水性状の関係、セメント・コンクリート論文集、Vol.67、pp.456-463、2014.2
- 3) 古賀裕久、渡辺博志、河野広隆、片平博：表面吸水試験を用いたコンクリート品質評価に関する基礎的検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.35、No.1、pp.739-744、2013.6
- 4) 勝畑敏幸、古賀裕久、渡邊健治、渡辺博志：コンクリートの物性及び打設時の落下高さの影響に関する検討、コンクリートの施工性能の照査・検証システム研究小委員会シンポジウム論文集、コンクリート技術シリーズ No.102、III-61-66、2013.11
- 5) 林和彦、細田暁：表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究、土木学会論文集 E2、Vol.69、No.1、pp.82-97、2013.3
- 6) 日本建築学会：建築工事標準示方書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2009、pp.616-619、2009.2



## STUDY ON THE PERFORMANCE-BASED QUALITY CONTROL AND INSPECTION METHODS FOR THE CONSTRUCTION OF CONCRETE STRUCTURES

**Budgeted** : Grants for operating expenses

General account

**Research Period** : FY2010-2014

**Research Team** : Materials and Resources Research  
Group (Concrete and Metallic  
Materials Research Team)

**Author** : WATANABE Hiroshi

KOGA Hirohisa

NAKAMURA Eisuke

**Abstract** : In this research projects, concrete and metallic materials research team set the target on the quality control and inspection scheme that can prevent segregation of concrete due to poor mix proportion and inadequate casting. In fiscal year 2014, the feasibility of the surface absorption test on concrete structures were inspected using wall specimens and a measurement method was proposed. An inspection method that consists of visual observation and measurement method for the amount of bleeding of fresh concrete was also proposed in order to exclude the excess segregation of fresh concrete.

**Key words** : concrete, quality control, placing, bleeding, surface absorption test