

委員会報告 コンクリートに関連する品質基準・試験方法の解釈研究委員会

阿部 道彦^{*1}・渡辺 博志^{*2}・陣内 浩^{*3}・鹿毛 忠継^{*4}・西田 朗^{*5}

要旨：コンクリートの品質確保ならびにコンクリート構造物の性能向上のためには、コンクリート用材料の品質やその使用方法等を十分に理解する必要がある。本研究委員会では、コンクリート用材料の品質基準およびコンクリート試験方法の制定の経緯・目的・規定内容やコンクリート関連技術の正しい理解と活用に関与する技術資料を作成することを目標に、JISに規定されている試験方法および使用材料等の品質規格に関する資料を収集し、その制定・改正の経緯（理由）、引用規格・国際規格、当時の社会情勢等との関連、材料等の利用状況について、分析・整理を行い、現状の問題点および今後の提言をとりまとめた。

キーワード：コンクリート、品質基準、試験方法、日本工業規格（JIS）、解釈

1. はじめに

建設分野をとりまく環境は、社会情勢とともに大きく変化し続けている。従来から、スクラップアンドビルド型社会から持続可能な社会への転換のための技術開発や関連する技術基準の整備の重要性が指摘されている。

コンクリート構造物についていえば、長期供用のための耐久性に代表される各種性能の確保・向上とともに、既存構造物の積極的な維持保全による延命化等がこれに該当する。また、天然資源の枯渇、再生資源の有効利用および環境側面（環境負荷低減や廃棄物発生抑制等）への配慮等も、建設分野にとっての今日的な課題である。

すなわち、コンクリートあるいはコンクリートに用いられる材料に求められる品質は、時代とともに急激に変化しており、これらに対応していくことは、建設分野における最重要課題である。同時に、近年のコンクリート構造物の品質保証やコンクリート用材料分野における材料認証等、社会的ニーズとしての品質保証体系の整備や国際標準への整合化等に対しても、着々と対応していかなければならない。

コンクリートの品質を確保し、コンクリート構造物の性能を向上させるためには、コンクリート用材料の品質やその使用方法等を十分に理解した上で、コンクリートを製造し、使用する必要がある。その場合、単に「品質基準における基準値」や「試験方法の手順」等を覚えておくだけではなく、その「意味」を理解しておくことは、上述のようなコンクリート分野への様々な要求に対応できる関連する技術開発や関連する技術基準の整備には、必要不可欠であるとともに、非

常に基本的な事項である。

しかし、現実には、日本工業規格（JIS）等に規定されているコンクリート関連の品質基準や試験方法の制定の経緯や目的、あるいは規定されている事項や数値等の本来の意味・解釈等について、正しく認識されずに、規定内容の遵守や国際規格・関連法令等との運用上の整合性のみが議論されることが少なくなく、様々な障害になっているのではないだろうか。

2. 研究の目的および概要

2.1 委員会の目的

本研究委員会では、コンクリート用材料の品質基準およびコンクリートの試験方法の制定の経緯・目的・規定内容を正しく理解するとともに、コンクリート関連技術の正しい理解と活用にも役立つ技術資料を作成することを目標に、2年間活動を行った。本研究委員会の目的は、フェーズⅠ（H21～22年度）では、JISに規定されているコンクリート関連の品質基準や試験方法を対象として、それらの制定の経緯・目的ならびに規定内容を、ヒアリングや資料調査等を行うことで、今一度精査し、コンクリートの品質評価ならびに品質確保に寄与する解説書的な技術資料として取りまとめることである。

また、フェーズⅡ（H23年度以降）では、鉄筋コンクリート構造物や使用されるコンクリートに関連する法令や仕様書等における引用内容や規定内容等も整理し、コンクリートに関連する各種規格・基準類の活用方法や体系を検証することも考えている。同時に、最終成

*1 工学院大学 建築学科 教授（正会員）

*2 独立行政法人土木研究所 材料地盤研究グループ（正会員）

*3 大成建設（株）技術センター 建築技術研究所（正会員）

*4 独立行政法人建築研究所 材料研究グループ（正会員）

*5 清水建設（株）技術研究所 生産技術センター（正会員）

果として、コンクリート関連の品質基準や試験方法の目的・制定改正の経緯・規定内容を正しく理解するための解説書（出版物）の作成についても検討したい。

2.2 研究内容および研究体制

検討を行うにあたって、本委員会（委員長：阿部道彦工学院大学・教授）および幹事会を設置し、作業方針、とりまとめ方針等を議論した。次に、具体的作業の実施にあたっては、試験法 WG（コンクリートに関連する試験方法を担当）と品質 WG（コンクリートに使用される材料等の品質規格を担当）を設置した。表－1 に本研究委員会の委員構成を示す。

2 つの WG において、それぞれ、JIS に規定されているコンクリートに関連する試験方法、ならびにコンクリートおよびコンクリートに使用される材料等の品質規格に関する資料を収集し、その制定および改正の経緯（理由）、引用規格・国際規格、当時の社会情勢等との関連、材料等の利用状況について、分析・整理を行った。なお、作業の実施にあたっては、コンクリート関連 JIS 規格を網羅するのではなく、コンクリートの品質確保等に直接関連する等の重要度を考慮し、2.3 に示す JIS 規格の抽出・選定を行った。WG の主な作業は次の①～③である。

- ①制定および改正時の JIS の規定内容の確認と整理（目的、意味等の解釈）
- ②改正前後の文献調査等による制定および改正理由の調査と整理（目的、意味等の解釈）
- ③現状の問題点・改善点等の整理と取りまとめおよび今後の提言等を作成

2.3 調査対象

試験法 WG と品質 WG における調査対象規格を、次に示す。

(1) 試験法 WG (12 規格)

- ・ JIS A 1101（コンクリートのスランブ試験方法）
- ・ JIS A 1116（フレッシュコンクリートの単位容積質量試験方法及び空気量の質量による試験方法）、JIS A 1118（フレッシュコンクリートの空気量の容積による試験

方法（容積方法）、JIS A 1128（フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法－空気室圧力方法）

- ・ JIS A 1106（コンクリートの曲げ強度試験方法）
- ・ JIS A 1107（コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮試験方法）
- ・ JIS A 1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）
- ・ JIS A 1113（コンクリートの割裂引張強度試験方法）
- ・ JIS A 1129-1～3（モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法）
- ・ JIS A 1145（骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法））、JIS A 1146（骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法））
- ・ JIS A 1148（コンクリートの凍結融解試験方法）

(2) 品質 WG (18 規格)

- ・ JIS R 5210（ポルトランドセメント）、JIS R 5211（高炉セメント）、JIS R 5212（シリカセメント）、JIS R 5213（フライアッシュセメント）、JIS R 5214（エコセメント）
- ・ JIS A 5002（構造用軽量コンクリート骨材）、JIS A 5004（コンクリート用砕砂）、JIS A 5005（コンクリート用碎石及び砕砂）、JIS A 5011-1～4（コンクリート用スラグ骨材）、JIS A 5021（コンクリート用再生骨材 H）、JIS A 5022（再生骨材 M を用いたコンクリート）、JIS A 5023（再生骨材 L を用いたコンクリート）
- ・ JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）
- ・ JIS A 6201（コンクリート用フライアッシュ）、JIS A 6202（コンクリート用膨張材）、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）、JIS A 6206（コンクリート用高炉スラグ微粉末）、JIS A 6207（コンクリート用シリカフューム）

3. 研究成果

各 WG において、調査対象 JIS 規格ごとに、JIS の制定・改正の概要について、表－2 に示すような整理を行い、その後、表－3 に示すように JIS 規格の内容の変遷について整理を行い、考察を行った。

3.1 コンクリートの試験方法の変遷（第 2 章）

本章では、コンクリートの試験方法について、過去の改正の経緯を調査し、今後の検討課題について述べた。なお、今回の調査で抽出された各試験における今後の課題などは次のとおりであった。

- ①品質管理試験としての JIS A 1101「コンクリートのスランブ試験方法」の問題点は、現行の ISO との試験結果に差が生じることにありと考えられる。単純に両者を比較すれば、ISO 法は JIS 法よりも小さいスランブ値が得られやすいことになる。今後、両規格の差により生じる種々の混乱を避けるためにも、JIS 中で ISO

表－1 委員会構成

委員長	阿部道彦			
幹事	渡辺博志	陣内 浩	鹿毛忠継	西田 朗
試験法 WG				
主査	渡辺博志	副査	陣内 浩	
委員	上野 敦	大野吉昭	加藤絵万	河野政典
	鈴木澄江	竹田宣典	永山勝	
品質 WG				
主査	鹿毛忠継	副査	西田 朗	
委員	伊藤康司	瀬古繁喜	橋爪 進	宮澤伸吾
	吉本 徹	渡邊賢三		

表－2 JIS 規格の制定・改正の概要（例：JIS A 5005）

規格番号	JIS A 5005:2009	
標題	コンクリート用砕石及び砕砂	
英訳標題	Crushed stone and manufactured sand for concrete	
規格概要	工場で岩石を破砕して製造するコンクリート用の砕石及び砕砂について規定	
履歴	制定	1961/3/1
	確認	1964/3/1
	改正	1965/5/1
	確認	1968/6/1, 1971/6/1, 1974/4/1
	改正	1977/8/1
	確認	1982/10/15
	改正	1987/9/1, 1993/3/1
	確認	2000/6/20
	改正	2009/3/20
引用 JIS 規格	A1102 , A1103 , A1104 , A1109 , A1110 , A1121 , A1122 , A1145 , A1146 , Z8801-1 , Z9015-0	
原案作成団体	社団法人 日本砕石協会	

表－3 JIS 規格の内容の変遷（例：JIS A 1108, 抜粋）

	1950 年制定	1963 年改正	1976 年改正	1993 年改正	1999 年改正	2006 年改正	最新版と ISO との整合
供試体の形状	円柱	同左	同左	同左	同左	同左	MOD/削除
供試体の直径	・粗骨材最大寸法の 3 倍以上 ・粗骨材最大寸法が 5cm 以下の場合、15cm を標準とする	・粗骨材最大寸法が 50mm 以下の場合、15cm を原則とする。15cm 未満の場合は、粗骨材最大寸法の 3 倍以上、10cm 以上とする ・粗骨材最大寸法が 50mm を超える場合、粗骨材最大寸法の 3 倍以上	同左	・粗骨材最大寸法の 3 倍以上、10cm 以上とする ・直径の標準は 10cm, 12.5cm, 15cm	同左	同左	MOD
供試体の高さ	・直径の 2 倍	同左	同左	同左	同左	同左	IDT
供試体の個数	・3 個以上	・2 パッチ以上のコンクリートから 3 個以上	同左	・3 個以上 ・原則として 2 パッチから採取	記載なし (個数の規定削除)	同左	—
供試体の養生温度	・18～24℃で養生 ・構造物におけるコンクリート強度を試験する場合は、できるだけ構造物と同じ状態で養生	・標準として 18～24℃ ・構造物におけるコンクリート強度を試験する場合は、できるだけ構造物と同じ状態で養生	・標準として 20±3℃ ・構造物に関する記述は削除	・原則として 20±3℃	・20±2℃（この温度範囲以外の温度で養生する場合は、養生中の温度を記録しておく）	同左	IDT
供試体の載荷面の平面度	・仕上げた上面は 0.02mm 以上のでこぼこがあってはならない	・仕上げた上面は平面度 0.05mm 以内でなければならない	同左	同左	・直径の 0.05%以内	同左	—
供試体の載荷面と母線の角度	記載なし	同左	同左	同左	・90±0.5°	同左	IDT
型枠の精度	・直径で 1/200 以下 ・高さで 1/100 以下	・直径で 1/200 以下 ・高さで 1/100 以下 ・底面の平面度 0.02mm 以内 ・型枠の側板の軸と底板は直角	同左	・直径で 1/200 以下 ・高さで 1/100 以下 ・底面の平面度 0.02mm 以内 ・型枠の側板の軸と底板は、ほぼ直角	・所定の供試体の精度が得られるもの ・供試体として直径の許容差 0.5%以内 ・供試体として高さの許容差 5%以内 ・載荷面の平面度 0.05%以内	同左	IDT

法のスランプ値との対応を明示する、また、スランプの測定点、引き上げ時間および試料の詰め方を報告事項とするなどの対応が必要であると考えられる。

②空気量試験方法は今後の課題が比較的少ないと考えられる試験方法であったが、JIS A 1118「フレッシュコンクリートの空気量の容積による試験方法（容積方法

）」に関しては、他の空気量測定 JIS との整合の観点から、試料コンクリートの粗骨材の最大寸法を 40mm とすること、空気量の計算式中の係数「1.02」の根拠を復活させること、同式中の「×1/10」が意味不明であるので、意味が通じるよう、「×1/1000×100」に修正するのが良いと考えられる。

- ③JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」で用いられる供試体の寸法は、1964 年の改正時より JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に規定されているが、その許容誤差は断面の 1 辺で 0.5% 以内とされており、打込み高さ方向の許容差は、寸法 100mm の場合、 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内となる。この値は、打込み高さ方向の許容差としては、圧縮強度試験用供試体における高さ方向の許容差が 5%以内としているのに比べて厳しすぎるとの意見もあり、打込み高さ方向の許容差については、今後の検討課題と考えられる。
- ④JIS A 1107「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」に関しては、対応する国際規格 (ISO-1920 part.6) が存在するため、国際規格の動向に伴い、JIS の見直しが必要となる。また、JIS A 1107 には供試体の養生方法の一例が記載されており、試験の用途によっては、異なる手法が用いられる場合があるため、これまでの改正時に度々議論の対象となってきた。これらの内容についても、本来運用されるべき示方書・仕様書や製品規格等で規定される方が適切であると考えられるものもあり、どこまでを試験方法の規格として記載するか等が、今後の検討課題と考えられる。
- ⑤JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に関しては、世界各国で様々な方法で実施されているため、関連する ISO との整合によって試験内容を大きく変更する可能性もある。1999 年改正時の荷重速度の変更が最も大きな変更と思われるが、このような改正では、改正した試験方法での実施結果をどのように実務に反映させるのかをよく検討する必要がある。なお、1950 年の制定時から記述が残っている試験材齢に関しては、現行の試験方法の規定には不要と思われるため、今後の改正で削除しても良いかもしれない。
- ⑥JIS A 1113「コンクリートの割裂引張強度試験方法」に関しては、2006 年改正版から供試体直径が「15cm 以上」から「100mm 以上」に変更された。この変更に関連して実施された実験では、 $\phi 100\text{mm}$ の場合、150mm に比べ割裂引張強度試験結果の変動係数が大きくなる傾向にあることが確認されており、解説では $\phi 100\text{mm}$ 供試体の場合には本数を多くすることが望ましいと記述されている。また、昨今の知見として、端面を研磨処理すると複数の供試体を試験した場合の割裂引張強度の変動係数が小さくなることなども報告されている。このあたりの知見をどのように取り込むのか等が、今後の改正時の課題の一つと考えられる。
- ⑦JIS A 1129-1～3「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法」に関しては、統廃合によってコンパレータ方法、コンタクトゲージ方法、ダイヤルゲージ方法

の 3 種類から選択できるようになった。しかしながら、コンパレータ方法とコンタクトゲージ方法が供試体側面の長さを測定するのに対し、ダイヤルゲージ方法は供試体の中心軸上の長さを測定しており、測定値に若干の相違があること等もわかってきている。実務では、このような違いも考慮すべき場合もある。また、膨張材など初期の湿潤養生の間に乾燥収縮の低減効果を生じさせる材料は、乾燥収縮に関する評価が難しく、埋込み式のひずみ計を用いる方法や、レーザー式の変位計を用いる等の新しい試験方法も提案されている。今後、新しい試験方法の有効性を含めた検討が必要と考えられる。

- ⑧JIS A 1145「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (化学法)」, JIS A 1146「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (モルタルバー法)」に関しては、化学法およびモルタルバー法のいずれも ASTM 規格の内容を基に規定されているが、試験目的の違いや試験条件がまったく同じではないこと、および我が国のアルカリ骨材反応抑制対策の運用下で判定結果の優先などの仕組みが関わりあい位置付けられていることを理解する必要がある。一方、工学的な見地からは、アルカリシリカ反応性の試験方法には、迅速法・促進法やコンクリートとしての方法があり、これら複数の試験方法について、岩種による適性や反応性の判定に関する相互の関係が不明確であるため、化学法およびモルタルバー法の判定結果の信頼性・異なる試験方法との関係などの理解が深まるように改善されることが今後の検討課題と言える。

- ⑨JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」に関しては、凍結融解の劣化のメカニズムとそれに合った評価指標のあり方、凍結融解試験で再現されている劣化環境と実際の構造物の置かれる環境条件の違いに関する解釈、凍結融解試験装置ごとの温度変化速度と試験結果の再現性、といった点が今後の検討課題となると考えられる。

3.2 コンクリート用材料の品質基準の変遷 (第 3 章)

本章では、コンクリート用材料の JIS 規格 (18 規格) を抽出し、その制定および改正の経緯 (理由)、引用規格・国際規格、当時の社会情勢等との関連、材料等の利用状況について、分析・整理を行った。以下に、調査した JIS 規格ごとに、概要および今後の課題等について、とりまとめる。

- ①セメントに関しては、a)社会問題化した耐久性に関する問題への対応、b)国際標準化への対応、c)廃棄物利用の促進への対応等が、今後の課題である。
- ②骨材に関しては、天然資源の枯渇、再生資源の有効利用および環境側面 (環境負荷低減や廃棄物発生抑制

等)のへの配慮等に関して、それぞれの JIS 規格の対応が必要であり、現在、一部の JIS (スラグ骨材やレディーミクストコンクリート)では、すでに検討が開始されている。

- ③レディーミクストコンクリートに関しては、a)公共事業の縮減の影響等，社会情勢を反映した生産量減少，b)国際規格への整合に関する検討，c)次回 JIS 改正へ向けての検討 (ISO 22965 との整合，スラッジ水の積極的な活用，残りコンクリートや戻りコンクリートの発生に伴って生じる回収骨材の再利用，環境ラベルの活用，トレーサビリティの向上，品質保証)等，多くの課題があげられる。
- ④練混ぜ水に関しては、近年の環境問題への対応を背景とした回収水の利用促進のために、今後、回収水の利用・管理実態，各種コンクリートの性能に及ぼす回収水を含めた練混ぜ水の品質の影響に関する知見等が必要であると考えられる。
- ⑤コンクリート用フライアッシュに関しては、すでに資源循環型社会に大きく貢献しているものの、更なる環境負荷低減などを指向した場合，コストダウン，フライアッシュの品質安定化，流通の活性化，また，フライアッシュⅠ種からⅣ種までのメリット・デメリットの整理とそれに対応した規格が必要であると考えられる。
- ⑥コンクリート用膨張材に関しては，使途の範囲が明確であり，技術的に成熟していると考えられるが，今後，低添加型膨張材の品質規格の JIS A 6202 への導入等が課題としてあげられる。
- ⑦コンクリート用化学混和剤に関しては，性能規定の規格としては完成度が高いと考えられるが，漏れの無い品質保証および国際的な整合化を図る上で，検討すべき課題は未だ多く残されている。例えば，形式（かた

しき）評価試験と通常管理試験の内容やあり方等については、今後、議論が必要になると思われる。⑧コンクリート用高炉スラグ微粉末に関しては、今後、比表面積の小さい高炉スラグ微粉末についても利用を図っていくことが必要であると考えられる。また、コンクリート構造物の用途により、比表面積や置換率の設定，ベースのセメントの種類を選定，他の混和材との組み合わせにおいて最適化が可能であり，高炉セメントの使用と同様に CO₂ 発生量削減の観点から，さらなる有効利用が望まれる。

- ⑨コンクリート用シリカフュームに関しては，高強度コンクリート用の混合セメントとして利用する場合が増えている現状から，今後は，混和材としての規格のほかに，混合セメントとしての規格を検討していくことも考えられる。

4. おわりに

この研究委員会報告が，今後，日本コンクリート工学会が実施する JIS 原案作成・改廃，あるいはコンクリートに関する研究・開発に携わる大学生・大学院生，若手研究者・技術者にとって，コンクリート関連技術を正しく理解するための有用な資料となれば幸いである。

なお，本研究委員会の研究内容および成果の詳細については，平成 23 年度中に，別途報告会を実施する予定としている。

参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリートに関連する品質基準・試験方法の解釈研究委員会報告書，2011.3