

委員会報告 コンクリートの技術基準に関する情報活用手法研究委員会

棚野 博之*1・濱崎 仁*2・古賀 裕久*3・上野 敦*4・鹿毛 忠継*5

要旨: 本委員会では、コンクリート材料および構造に係る日本工業規格や ISO, EN 等の国際規格の調査と、これらを活用（引用、準拠など）している仕様書、指針類における規定内容との関連性を整理し、試験方法や品質基準、使用規準などのコンクリートの技術基準に関する情報活用のあり方を提案することを目的に、具体的には、a) JIS などの品質基準や試験方法の成立の経緯など歴史的背景と関連基準類相互の関連性を整理、b) コンクリートおよび鉄筋コンクリート造構造物に関する仕様書類の制定・改定などの経緯を調査し JIS などの引用・準拠内容の根拠を整理、c) 前記2項の成果の活用手法としてその枠組みとひな形を提案した。

キーワード: 仕様書、試験方法、品質基準、強度、配(調)合、塩害、凍害、ひび割れ、維持管理、中性化

1. はじめに

コンクリートに関連する技術基準は、単に規定されている数値や方法に従えば良いというだけではなく、各規定の意味や根拠(成立)を理解することが重要であり、これはコンクリートの品質や性能の確保、さらなる研究開発の基礎に繋がるものである。平成 22~23 年度に実施した「コンクリートに関連する品質基準・試験方法の解釈に関する研究委員会 (TC-095A)」では、主に JIS A 5308 (レディーミストコンクリート) とその材料に関連する試験方法と品質規格を対象とし、その制定・改正の経緯・根拠、国際規格 (ISO, EN, ASTM) との関連性、利用状況を分析・整理し、改善点の提言等として取り纏められた (H23 年 11 月にシンポジウムを開催)。

本研究委員会では、調査対象・研究対象範囲を拡大し、TC-095A 委員会では対象から外れていた JIS や国際規格の調査とこれらを活用している仕様書等における規定内容との関連性の整理を行うとともに、コンクリートの技術基準 (試験方法、品質基準、使用規準) に関する情報活用手法の構築について検討した。具体的には、① TC-095A での調査対象・範囲を拡大し、コンクリート全般の関連 JIS 等の品質基準や試験方法の歴史的背景 (成立の経緯など) と関連基準類相互の関連性を整理、② コンクリートおよび RC 構造物に関する仕様書類の制定・改定経緯を調査し、JIS 等の引用・規定内容の考え方を総合的に整理、③ 上記①②の成果の活用手法としてその枠組みとひな形を提案、することとした。

委員会の構成を表-1 に示す。WG1 (濱崎主査) では、1 年目は主に上記①に係る調査・検討を行い、この結果をもとに 2 年目は強度、維持管理、中性化に係る事項の取りまとめを行った。WG2 (古賀主査) では、1 年目は主に上記②に係る調査・検討を行い、この結果をもとに

2 年目は配(調)合、塩害、凍害および乾燥・自己収縮等によるひび割れに係る事項の取りまとめを行った。

表-1 委員会構成

委員長：棚野 博之(建築研究所)	
幹事：濱崎 仁(芝浦工業大学) 古賀 裕久(土木研究所)	
WG1 (主に試験方法に関する調査を実施)	
◎濱崎 仁(芝浦工業大学)	○上野 敦(首都大学東京)
有木 克良(都市再生機構)	瀬古 繁喜(愛知工業大学)
中村 則清(建材試験センター)	永元 直樹(三井住友建設)
西尾 壮平(鉄道総合技術研究所)	広瀬 泰之(高速道路総合技術研究所)
松下 哲郎(竹中工務店)	宮内 博之(建築研究所)
渡邊 悟志(大成建設)	
WG2 : (主に建設分野の基準類に関する調査を実施)	
◎古賀 裕久(土木研究所)	○鹿毛 忠継(国土技術政策総合研究所)
上野 敦(首都大学東京)	岡崎 慎一郎(港湾空港研究所)
小林 聖(鹿島建設)	小山 広光(BASF ジャパン)
田中 博一(清水建設)	谷口 円(北方建築総合研究所)
野上 暁(セメント協会)	◎WG 主査 ○WG 幹事

2. 設計・施工時の照査・確認と基準類

2.1 フレッシュコンクリートの配(調)合

コンクリートのフレッシュ性状に関わる配(調)合の規定について、以下の文献等を対象に調査を行った。

(1) 日本建築学会・建築工事標準仕様書 JASS5

建築工事標準仕様書・鉄筋コンクリート工事 (以下、JASS5) では、コンクリートのワーカビリティは、運搬・打込み・締固め・仕上げなどのフレッシュコンクリートの移動・変形を伴う作業の容易さと、それらの作業によってもコンクリートの均一性が失われないような総

*1 建築研究所 工博 (正会員)

*3 土木研究所 工士 (正会員)

*5 国土交通省国土技術政策総合研究所 工博 (正会員)

*2 芝浦工業大学 工博 (正会員)

*4 首都大学東京大学院 工博 (正会員)

合的な性質を表し、打込み・締固め方法に応じて、型枠内および鉄筋周囲に確実に打ち込むことができ、かつブリーディングおよび材料分離が少ないことが求められている。このため、一般的な仕様のコンクリートの場合、例えば単位セメント量であれば、最小値を 270kg/m^3 、高性能 AE 減水剤を用いる場合は 290kg/m^3 と定めている。

(2) 土木学会・コンクリート標準示方書〔施工編〕

コンクリート標準示方書〔施工編〕(以下、標準示方書)では、ワーカビリティは材料分離を生じることなく、運搬、打込み、締固め、仕上げ等の作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質を表し、ワーカビリティのうち、コンクリートが材料分離することなく型枠中のかぶり部や隅角部等に密実に充填する性質を充填性とし、流動性と材料分離抵抗性の相互のバランスによって定まるとしている。材料分離抵抗性を確保するには、例えば、単位セメント量(単位粉体量)では一定量以上が必要で、粗骨材の最大寸法が $20\sim 25\text{mm}$ の場合は 270kg/m^3 以上(最大寸法が 40mm の場合は 250kg/m^3 以上)、望ましくは 300kg/m^3 以上、と記されている。

(3) 材料分離抵抗性に関する試験

コンクリートの材料分離抵抗性は、スランブ試験またはスランブフロー試験時の流動状況や静止後の試料の粗骨材分布状況から判断されているが、この場合、試験実施者の主観が入った評価となる。試験結果の普遍性を確保するため種々の試験方法が提案されているが、未だ確立された試験方法がない。例えば、日本建築学会の「コンクリートの調査設計指針・同解説」²⁾では、図-1 に示す円筒貫入試験を試料中に 10 秒間挿入し、流入したモルタル量を測定する方法が提案されている。

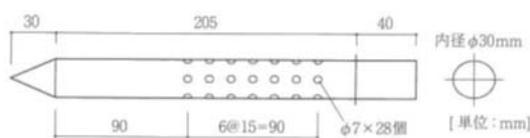


図-1 円筒貫入計¹⁾

2.2 コンクリートの強度の照査・確認

一般的には、コンクリートの強度は圧縮強度を指し、強度の照査や確認も圧縮強度によって管理されている場合が一般的である。本研究委員会では、コンクリート強度のうち圧縮強度以外の強度についても着目し、それらの試験方法とその変遷、複数の試験方法がある場合の比較、試験結果の評価方法や設計への反映などについて調査を行った。

調査の対象は、圧縮強度の他に、曲げ強度、引張強度、せん断強度、付着強度である。圧縮強度、曲げ強度および引張強度については、既往の研究委員会報告³⁾で当該

JIS 試験方法の詳細および変遷等が取り纏められているので、今回はその他の試験規格との関係を整理した。また、各種強度試験によって得られた試験値が、各種の仕様書類や設計指針類の技術基準としてどのように適用されているのかを調査した。調査結果の一例として、図-2 に引張強度と圧縮強度の関係式の比較を示す。一般にコンクリートの引張強度は鉄筋コンクリート造の設計においては考慮されていないが、プレストレストコンクリートの設計では、引張側のひび割れの制限などの目的から引張強度に対する制限を設けている場合が多い。ここでは、標準示方書⁴⁾、「プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例」(日本建築センター)⁵⁾、欧米の技術基準として、「AASHTO LRFD」(アメリカ)⁶⁾、「fib bulletin 70」(fib)⁷⁾、「BPEL 91」(フランス)⁸⁾について比較検討を行った。例えば、設計基準強度 40N/mm^2 のコンクリート場合、国内基準ではいずれも約 2.7N/mm^2 であるが、BPEL91 では 3.0N/mm^2 、AASHTO は 3.9N/mm^2 、fib では 3.5N/mm^2 で、国内の基準と比べて値が大きい。ただし、これらは圧縮強度から引張強度を推定する場合の関係式から算出したもので、この数値が構造物の設計にどの程度影響するかは個別に異なっている。

また、せん断強度、付着強度については、試験方法の標準化は行われておらず、本研究委員会ではこれまで提案されている試験方法の比較等を行った。

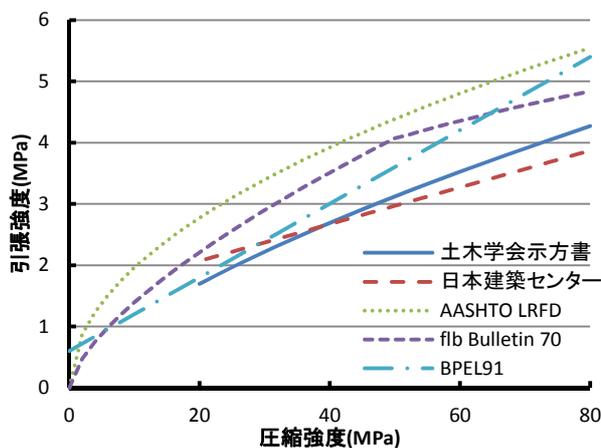


図-2 国内外の引張強度と圧縮強度の関係式の比較

2.3 中性化を劣化要因とした耐久性照査・確認

鉄筋コンクリート造構造物の耐久性の照査を行う上で、コンクリートの中性化抵抗性の評価は重要な要素の一つである。中性化抵抗性の評価は、一般的には促進中性化試験によって行われるが、促進試験と実環境下との中性化進行の関連性には未だ不明な点も多く、各種の技術基準類において、あくまで相対的な評価として認識されている。

促進中性化試験の方法は、2003年に JIS A 1153 (コンク

リートの促進中性化試験方法)が制定され、2012年に改正が行われた。JIS 制定前から促進中性化試験は多くの機関で実施されていたが、JIS A 1153 で試験条件(20℃・60%R.H.・CO₂濃度5%)を定める際、1991年に刊行された日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)」⁹⁾の内容が参考にされたようである。

なお、ISO/DIS 1920-12が現在提案されており、2015年3月の時点ではDISの投票が終了した状況である。表-2にJIS A 1153とISO/DIS 1920-12の比較を示す。JISとISO/DISでは、前養生条件が異なり試験体の乾燥程度によって試験結果に影響が出ることが予想される。また、促進条件については、ISOでは温湿度環境が2水準設定されており、高温環境が設定されていること、CO₂濃度が低いことなどが相違点として挙げられる。

また、各種技術指針類では促進中性化試験の結果は中性化の進行を直接的に予測するものではない、という位置づけであるが、参考情報となるよう、促進試験によって得られた中性化速度係数と屋外暴露試験による中性化速度係数の関係等についても文献調査等を行った。

表-2 促進中性化試験方法の比較

項目	JIS A 1153	ISO/DIS 1920-12
試験体形状寸法	角柱 100×100×400 mm	角柱 100×100×400 mm
前養生条件(湿潤養生)	材齢4週まで20℃水中又は95%R.H.以上の湿潤養生	材齢4週まで20℃水中養生
前養生条件(乾燥条件)	材齢4週から8週まで20±2℃、60±5%R.H.で静置。材齢7~8週に試験面以外の4面シール	18~29℃、50~70%R.H.に14日間静置。以降測定面以外の4面シール。
促進条件	促進期間：1,4,8,13,26週 温度：20±2℃ 相対湿度：60±5% CO ₂ 濃度：5±0.2%	促進期間：56,63,70日 ○一般環境： 温度：22±2℃ 相対湿度：55±5% CO ₂ 濃度：3±0.5% ○高温環境： 温度：27±2℃ 相対湿度：65±5% CO ₂ 濃度：3±0.5%
中性化深さ試験方法	割裂面へのフェノールフタレイン噴霧後、呈色深さをノギスで測定	割裂面へのフェノールフタレイン噴霧後、呈色深さをスライドゲージで測定。 呈色が弱い場合は30分後に再度噴霧する。

2.4 初期塩分による塩害の照査・確認

国内における、コンクリート中の初期塩分に関する品質管理および検査方法とその変遷について調査を行うとともに、諸外国の初期塩分規定について比較検討した。

(1) 国内の初期塩分に関する規定の経緯

練り上がり直後のコンクリート中の塩化物イオン(初期塩化物イオン)は骨材、混和材、セメントおよび練混

ぜ水に起因するもので、鉄筋コンクリート造構造物の鉄筋腐食を抑制する目的で、厳格に規制されている。

1970代までは、海砂中のNaClが主たる要因であったため、海砂における塩化物量規制が行われていた。建設省通達「コンクリート中の塩化物総量規制について」(1986年)が出されて以降は、コンクリートの使用材料(セメント、混和材、化学混和剤および練混ぜ水)の全てが対象となっている。

塩化物総量規制基準(建設省通達)では、使用する構造物や構造形式によって、Cl⁻として0.30kg/m³以下または、0.60kg/m³以下を基準値として定めている。

なお、建築物では1977年の通達「コンクリートに使用される細骨材中に塩分が含まれる場合の取扱いについて」によって、細骨材の絶乾重量に対する塩分含有量をNaClで0.04%以下としていた。これにセメントや練混ぜ水に由来する塩分量を考慮して概算すると、1m³当たりのコンクリート中のCl⁻量が0.30kg程度に相当する¹⁰⁾。また、防せい剤を使用することなどを前提として、細骨材の絶乾重量に対する塩分含有量をNaClで0.1%以下と緩和した場合は、1m³当たりのCl⁻量は0.60kg程度に相当する。

土木構造物では、土木研究所での実験結果、国内でのその他の実験結果、諸外国における規準・研究、試算例、レディーミクストコンクリート中の塩化物含有量実態などを総合的に考慮して、従来から制限していた程度の塩化物量(Cl⁻量としては0.60kg/m³以下)が適当とされている。ただし、鋼材が高応力状態にあるプレテンション方式のPCやオートクレープ養生を行う場合などは、0.30kg/m³以下とされている¹¹⁾。

(2) 諸外国における初期塩分に関する規定

米国では、ACI 318において硬化コンクリート中の最大塩化物イオン量が規定されている。試験方法はASTM C 1218に基づき可溶性塩分を評価しており、基準値は、ACI 318-83と同じで、表-3に示す通りである。なお、文献11)の試算によるとセメント質量当たり0.15%がコンクリート質量当たり0.45kg/m³と換算できる。ただし、この値は可溶性塩化物イオン量を示すものであり、日本国の値より緩やかである。一方で、ACI 318では、塩分の供給がある箇所での最大水セメント比を0.40%に制限しており、この点では日本国内の規定よりも厳しい。

一方、表-4に示す欧州規格のEN 206では、無筋コンクリート、鉄筋コンクリート、PCの種類に応じて最大塩化物イオン量の規定値が異なっている。単位セメント量によって異なるが、鉄筋コンクリートの場合はコンクリート1m³当たり0.60kg以下程度となる。

表-3 鉄筋腐食保護に対する最大塩分含有量の規制値 (ACI 318-11)

環境条件	最大水セメント比	最小強度 (N/mm ²)	最大可溶性 Cl ⁻ 量 (wt% vs C)	
			RC	PC
C0	N/A	約 17	1.00	0.06
C1	N/A	約 17	0.30	0.06
C2	0.40	約 34	0.15	0.06

C0：乾燥または湿気から保護された環境
 C1：湿気にさらされるが、塩分の供給はない環境
 C2：外部からの塩分の供給がある環境

表-4 コンクリートの塩化物イオン量の上限值 (EN 206:2013)

用途	塩分含有量クラス	最大 Cl ⁻ 量 (wt % vs C)
鉄筋や鋼材を含まない	Cl 1,00	1,00
鉄筋コンクリート	Cl 0,20	0,20
	Cl 0,40	0,40
プレストレストコンクリート (鋼材とコンクリートが直接接触するもの)	Cl 0,10	0,10
	Cl 0,20	0,20

(3) 初期塩分に関するまとめ

国内では、1986年に改正された JIS A 5308 で、「購入者の承認を受けた場合には、0.60kg/m³以下とすることができる」とされているが、実態としては、ほぼ全ての製品が 0.30kg/m³ 以下に制限されているようである。諸外国の規定と比較するとやや小さい規制値となっている。

コンクリートの用途や構造物がさらされる環境によっては、初期塩化物イオン量を緩和できる可能性もあると考えられるが、その際は、コンクリートの配(調)合や環境条件を明確にする必要があると考えられる。

2.5 凍害に対する照査・確認

各種規準類における凍害に対する抵抗性を確保するための考え方と、これを具体的に実現するための仕様について比較検討した。以下に、代表的な例を紹介する。

(1) JASS 5 (2009 年版)

一般的なコンクリートの場合、5 節調合の 5.8 空気量において、AE 剤、高性能 AE 減水剤を用いるコンクリートの空気量は特記が無い場合には 4.5%とすることが記されている。凍結融解作用が激しい場合で、納まり等の対策が十分にとれない部分については 26 節「凍結融解作用を受けるコンクリート」が適用される。この節では凍害の劣化形態または原因と凍害対策について、表-5 に示すような整理をしている。

表-5 凍害の劣化形態または原因と凍害対策の関係

劣化形態 または原因	凍害対策						
	W/C 低減 (高強度化)	空気量の確保	骨材の制限	ブリーディング量の制限	表面仕上げ	養生	デ ITE ル (含水率の低減)
組織膨張	○	◎	○	○	○	○	◎
スケーリング	◎	○	○	※	○	◎	◎
ポップアウト	—	—	◎	—	○	—	◎
直接的な凍結圧	—	—	—	—	—	—	◎

[注] ◎：大いに効果あり，○：効果あり，
 —：効果なし，[※] 水平面で◎

特記のない場合、コンクリートの耐久設計基準強度は、計画供用期間の級が標準の場合は 27N/mm² で、通常の場合に比べ 3N/mm² 大きく設定されている。また、JIS A 1148 の A 法による凍結融解試験で 300 サイクルにおける相対動弾性係数は 85%以上とされている。また、コンクリートは AE コンクリートとし、空気量の下限値は 4%以上とされている。ただし、品質基準強度が 36N/mm² を超える場合は、下限値を 3%とすることができる。水平面での凍害が予想される場合、ブリーディング量は 0.3 cm³/cm² 以下としているが制限の有無は、特記である。

(2) 標準示方書

標準示方書では、凍害に対する耐久性の照査は、2012 年制定板から内部損傷に対する照査と表面損傷に対する照査をそれぞれ行うよう求められている¹²⁾。ただし、表面損傷に対する照査についてはスケーリング量を指標として照査する方針が示されたものの、現状では定量的な照査手法は確立されていない。一方、内部損傷については JIS A 1148 の A 法による凍結融解試験での相対動弾性係数を指標とし、気象条件や断面の薄さ、構造物の露出状態に応じた抵抗性を求めている。ただし、空気量 4~7%の範囲では、相対動弾性係数を満足するための水セメント比を標準で示しているの、配合表から耐凍害性を照査できる。ただし、[施工編：特殊コンクリート]に含まれる海洋コンクリートの規定では、最大水セメント比を 45~50%に規制した上で、粗骨材の最大寸法、海上大気中/飛沫帯および干満帯の種類に応じて空気量の標準値を 4.5~6.0%と大きくすることを推奨している¹³⁾。

(3) 耐凍害性確保手段の比較

日本建築学会の JASS 5 の規定と土木学会の標準示方書では、どちらも凍結融解作用が厳しいところでは水セメント比の低減や空気量の確保を求めている。しかし、

空気量の確保を求める理由について、JASS 5 では組織膨張に大いに効果ありとしているが、標準示方書では海水が作用する箇所でのスケーリングに考慮するものしているなど、制限の理由や方法には若干の差異がある。

一方、海外の場合 ASTM C94/C94M では環境条件によって空気量の推奨値を変化させているのに対し、EN206 : 2013 では空気量の最小値は 4.0%一定で水セメント比の最大値を変えているなど、耐凍害性確保の考え方が各規準によって異なっている。

なお、上記のように日本建築学会や土木学会の規準では種々の仕様が示されているものの、実務においては空気量 4.5%のレディーミクストコンクリートを使用することで耐凍害性が確保されていると見なされている場合が多いようである。

3. 新設・既設コンクリート構造物の調査方法と基準類

3.1 構造体コンクリートの圧縮強度に関する調査・検査

構造体として打ち込まれたコンクリートの強度が設計通りに発現しているかを確認するための調査・検査（構造体コンクリート強度の検査）の方法や考え方は分野によって異なっている。本研究委員会では、JASS 5 および標準示方書の構造体コンクリート強度の検査について整理した。

建築分野では、建築基準法施行令第 74 条で、設計基準強度との関係において安全上定める基準に適合するものであること、と定められており評価方法も関連告示で次のように定められている。材齢 28 日現場水中養生の供試体強度の平均値が設計基準強度以上であること、あるいは、コア供試体もしくはこれに類する養生（現場封かん養生を想定）の供試体の材齢 28 日時点で圧縮強度の平均値が設計基準

強度の 7/10 以上でかつ材齢 91 日時点で設計基準強度以上であること。これは、材齢 28 日以降の強度の増進と、現場水中養生の場合に構造体よりも強度が大きくなることを考慮したものである。JASS 5（1997 年版）では、この規定を踏まえて、コア供試体と現場封かん養生および現場水中養生の強度差を ΔF とし、さらに養生期間中の温度による補正值 T を設け、設計基準強度に ΔF および T を加えた値で強度の検査を行うこととしていた。しかし、2009 年版の改定では、材齢 28 日の標準養生供試体の強度と材齢 91 日の構造体コンクリート強度との差を構造体強度補正值 ($_{28}S_{91}$) とし、設計基準強度に対してこの S 値を加えた値を強度の検査の基準としている。このように建築分野では、養生期間中の温度を含め、コンクリート打設後の養生条件等も考慮して、所要の強度が発現しているかを確認している。図-3 に、JASS 5（1999 年版および 2009 年版）における構造体コンクリートと圧縮強度管理用供試体の強度補正值の関係を模式的に示した。

一方、土木分野（標準示方書）では、材料強度の特性値からの変動と構造体との差異などを考慮した材料係数が与えられている。設計に用いる設計強度は設計基準強度を材料係数で除した値となり、材料のばらつきや養生の影響を設計の中に取り込んでいる。また、適切に養生されている場合、構造体コンクリートの圧縮強度は材齢 28 日の標準養生供試体の強度よりも大きくなるのが期待できることから、一般の構造物に対しては材齢 28 日の標準養生供試体の圧縮強度で管理を行っている。また、受け入れ検査が確実に行われこれらが合格と判断されれば、一般には構造体コンクリートの検査は行わなくてもよいとされている。

このように、建築分野、土木分野の構造体コンクリート

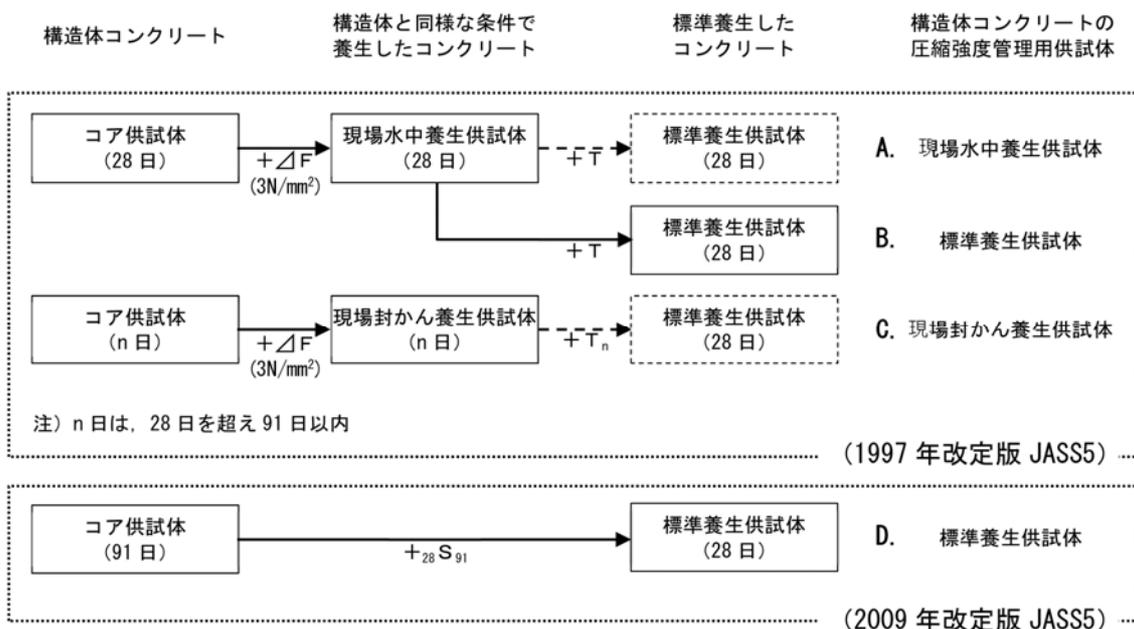


図-3 JASS 5 における構造体コンクリートと圧縮強度管理用供試体の強度補正值の考え方

の圧縮強度の検査方法は異なっており、その考え方も異なっていると言える。また、土木分野では非破壊試験や小径コア等の JIS 以外の圧縮強度の試験方法によって構造体コンクリートの管理が行われている場合もある。ただし、この場合の強度管理は、構造体のコンクリート強度を定量的に求めるためのものではなく、適切なコンクリートが打ち込まれているか、養生が適切に実施されているかなどを確認するために用いられている。本研究委員会では、このような JIS 等以外の試験方法についても試験の概要、実際の適用状況、適用上の問題点等について整理を行った。

3.2 新設構造物の初期ひび割れ調査

構造物のひび割れ幅の許容値およびその調査方法について調査・検討した。コンクリートに生じるひび割れは、鋼材の腐食による耐久性の低下、水密性・気密性等の機能の低下の原因となる他、美観の低下にも繋がるため、各種の仕様書や設計・施工指針等では許容ひび割れ幅を定めひび割れの発生や拡大を抑制する対策が示されている。ただし、ひび割れ幅はクラックスケールや拡大鏡、測微鏡などを使用して測定するように記されているが、いずれの基準類にも詳細な方法は示されておらず、未だ標準化には至っていない。

ひび割れ幅の測定に広く使用されているクラックスケールは、0.05 mm刻みでひび割れ幅が示されている場合も多いが、市販品の場合、目盛幅の精度は樹脂フィルムタイプのもので±0.02 mm程度、ステンレスタイプのもので±0.05 mm程度であるが、印刷技術によって差異が生じ、精度等の検定も行われていないようである。

実構造物の調査では、ひび割れ幅の最大値が指標として用いられることが多いが、ひび割れの長さが長い場合、どの位置が最大かを調べるのは非常に困難である。また、ひび割れ幅を測る位置や間隔等が明確には定められていないため、測定者の技量や経験に依存している場合が多い。その他、ひび割れの一部が欠けている場合、局所的に最大ひび割れ幅が大きく測定される可能性があり、その結果、過剰な補修につながる可能性もある。このような場合は、単に最大値に注目するのではなく、ひび割れの全長にわたった幅の分布に留意することが重要となる。

ひび割れの調査方法の標準化に際しては、クラックスケールの品質、測定間隔、測定点数、代表値の表し方などの整理が今後の課題となろう。

3.3 中性化深さの調査

中性化深さは、既設構造物の耐久性評価の項目として最も重要な調査事項の一つである。既設構造物に対する中性化深さの調査方法として、国内では 2002 年に制定された JIS A 1152 (コンクリートの中性化深さの測定方法) (2011

年改正) および 1996 年に制定された NDIS 3419 (ドリル削孔粉を用いたコンクリートの中性化深さの測定方法) (2011 年改正) が適用されることが多い。最近では、構造物への損傷を極力少なくするため、ドリル削孔粉による方法が採用されることも多くなっている。

JIS や NDIS が制定される以前は、RILEM CPC18 (1988 年) や前述の「高耐久コンクリート造設計・施工指針」⁹⁾、日本道路公団規格 (JHS311:1992 年) などが提案されていた。この他に EPMA による方法や TG-DTA (示差熱-熱質量分析) による方法、X 線回折による方法なども提案されているが、これらについては未だ標準化に至っていない。

現在標準化されている方法は、いずれの方法もフェノールフタレインアルコール溶液を指示薬としたものである。JIS 改正や RILEM CPC18 との相違点として問題になっているのがフェノールフタレインによる呈色が不安定な場合の取り扱いである。JIS では、旧規格において「噴霧後直ちに測定」とされていたが、2011 年の改正では「数分から 3 日程度放置する」と変更されている。RILEM CPC18 では、試薬を噴霧した 24 時間後とされている。呈色が安定するまでの時間は、試料の状況や乾燥状態によって影響を受けるため一概には決められないが、多少の時間を要することは確かである。一例として、写真-1 にフェノールフタレイン噴霧直後と 24 時間後の呈色の違いを示す。

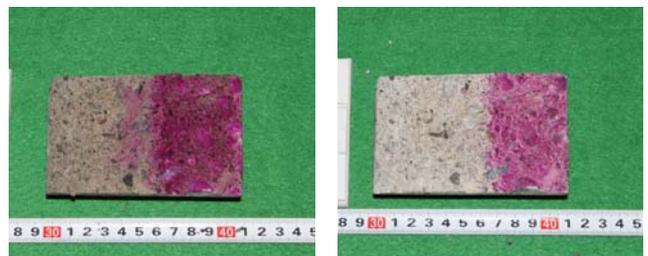


写真-1 フェノールフタレインによる呈色の違い
(左: 噴霧直後, 右: 噴霧 24 時間後)

4. 技術情報活用手法に関する検討

本研究委員会の活動の目的の一つに、コンクリートの技術基準に関する情報の活用手法を構築することがある。技術基準とは、遵守が求められる関係法令、材料の品質や試験方法を定めた規格・規準類、実際の使用方法を定めた仕様書・示方書・関連指針・ガイドライン等が考えられる。また、技術基準の作成のベースとなる研究報告書等も考えられる。そこで、本研究委員会では技術基準作成のベースとなる研究報告等に着目し、特に本会 JCI で過去に検討された研究報告に関する情報活用について検討を行った。

JCI では、1969 年より研究委員会が発足し、これまで 156 の研究専門委員会が設置され、土木・建築・材料関係の研究者・技術者の貴重な研究のとりまとめ、蓄積がなされて

いる。ここで得られた多くの知見は、JCI 規準や JCI の各種指針だけでなく、JIS 等の規格制定・改正や関連学協会等の技術基準の検討においても広く参照されている。しかし、これらは一部を除いて紙媒体でしか残されておらず、古いものについては報告書等の内容の照会や入手が非常に困難であることから、これらの貴重な技術資料の蓄積が十分には活用されていない状況にある。そこで、これらの技術資料の活用と今後の情報活用のあり方についての検討を行うため、試行的にこれら研究委員会の報告書のインデックス情報のデータベース化を行い、本研究委員会における情報活用のあり方の一つの提案として検討を行った。

前述のように本会 JCI の研究専門委員会および技術委員会のうち、報告書が作成されている委員会は 150 に上る。これらの委員会報告書のうち、125 件の委員会報告書（紙媒体）を入手して表紙、目次、まえがきなどの委員会報告書の内容を示す情報（インデックス情報）を電子化した。また、これらのインデックス情報を元に、キーワードや分野による検索が可能となるように、追加的にキーワードを付与した。研究分野を表すキーワードは、年次大会の論文投稿区分と同一のものとした。また、研究内容を表すキーワードは、本委員会の委員で分担してインデックス情報を読み込んだ上で、研究内容を端的に表すキーワードを付与した。これらを取りまとめ、125 件分のデータベースの作成を行った。

ここで取りまとめたデータベースについては、本研究委員会の報告書のコンテンツとして CD-ROM での配付を予定している。また今後、情報化委員会等と連携した web 上での公開なども情報活用の方法として有効ではないかと考えている。

5. まとめ

本研究委員会では、日本工業規格や ISO, EN 等の国際規格とこれらを活用している国内外の仕様書・指針等における規定内容との関連性を整理し、試験方法や品質基準、使用規準などのコンクリートの技術基準に関する情報活用のあり方を示すことを目的に、以下の事項について 2 年間にわたり調査・検討を行った。

- a) JIS 等の品質基準や試験方法の成立の経緯など歴史的背景と関連基準類相互の関連性を整理
- b) コンクリートおよび鉄筋コンクリート造構造物に関する仕様書類の制定・改定経緯を調査し JIS 等の引用・規定内容の根拠を整理
- c) 上記 a,b の成果の活用手法としてその枠組みとひな形を提案

コンクリート構造物に関連する技術基準や仕様書類の規定について、多くの研究者や技術者がその意味や根拠（成立ち）を十分に理解しないまま適用や引用がなされ、

さらには改変等が行われている場合も少なくないようである。今後、各種規定の適用や引用、改変に際して本研究委員会の成果の一部でも活用していただければ幸いである。

また、今回提案した情報活用の手法は、本会既存研究専門委員会報告書の一部デジタル化にとどまるものではあったが、JCI の過去の貴重な研究成果を現在の会員が容易に参照できるような手段の一助になることを期待したい。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2009, 2009.2
- 2) 日本建築学会：コンクリートの調合設計指針・同解説, pp.71-77, 2015
- 3) 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, pp.19-24, 2011.3
- 4) 土木学会：コンクリート標準示方書【設計編】2012 年制定, 2013.3
- 5) 日本建築センター：2009 年版プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例, 2009.9
- 6) American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO LRFD Bridge Design Specification SI Unit 4th Edition, 2007
- 7) The International Federation for Structural Concrete : Code-type models for structural behaviour of concrete, Bulletin No. 70, 2013
- 8) BULLETIN official : Marches publics de travaux CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GENERALES Fascicule n62 - Titre I - Section III, Regles techniques de conception et de calcul des ouvrages et construction en beton precontraint suivant la methode des etats limites - BPEL 91 revise 99, 1999.4
- 9) 日本建築学会：高耐久性鉄筋コンクリート造設計・施工指針（案）・同解説, 1991.1
- 10) 日本建築センター：コンクリートの塩化物量総量規制とアルカリ骨材反応対策－建設省住宅局建築指導課長通達の解説－1986 年版, pp.76-78, 1986.8
- 11) 国土開発技術研究センター：コンクリートの耐久性向上技術（塩化物両総猟奇性とアルカリ骨材反応対策）, pp.41-51, 1986.10
- 12) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕, pp.75-76, 2013.3
- 13) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕, pp.267-272, 2013.3