

## 附 2. 実験計画の策定経緯

本実験の目的は、これまで取得されている大臣認定コンクリート（M-CON）のセメントが改正 JIS セメントに置き換わった場合において、強度式を変更することなく、コンクリートの性能（主にフレッシュ性状および圧縮強度）が同等であることを検証することにある。

その目的を達成するために策定する検証実験計画は、既に認定を受けているコンクリートの各種条件を網羅できるよう、有識者懇談会で審議し決定したものである。

以下に、有識者懇談会における審議内容および検証実験計画の策定に至るまでの経緯を記す。

### 《第 1 回有識者懇談会～第 2 回有識者懇談会前までの活動内容》

第 1 回有識者懇談会（2025 年 3 月 17 日開催）では、セメント協会が予め実施した実験の結果を報告したうえで、協会事務局側から提案した検証実験計画案について審議された。

改正 JIS セメントに置き換わると、セメントの密度が現在の品質基準の範囲外になることになる。この場合、コンクリート製造マニュアルは改訂可能であることから、調査設計に採用する密度を変更する場合と変更しない場合の二つのパターンが想定される。前者はセメント協会の実験で確認済みである一方、後者は未対応であるため、現行セメントの密度を採用した調査設計で検証実験を行うこととなった。

なお、審議では、以下のような意見が寄せられた。

- ① 今回提案された実験計画(案)の水セメント比(強度レベル)の範囲をどのように想定しているのか。
- ② 養生(水分)が強度に及ぼす影響の程度は、改正 JIS セメントになっても変わらないのか。水中養生、簡易断熱養生以外の養生条件での検討を加えたほうが良いのではないのか。
- ③ 高強度コンクリート以外の普通強度域の大臣認定コンクリート、例えば、高流動コンクリート、軽量コンクリート、再生骨材コンクリートなども考慮すべきではないか。

第 1 回有識者懇談会后、協会事務局で協議した結果、上記の意見への対応は以下の通りとし、検証実験計画案を修正することとした。

- ①への対応：セメント協会が調査した範囲では、既に認定を受けている N 単味を使用した高強度コンクリートの設計基準強度  $F_c$  の最大が  $78 \text{ N/mm}^2$ 、水セメント比の最小が 25%であることを把握できたため、検証実験計画では水セメント比の下限値を 25%に設定する。
- ②への対応：養生(水分)の影響の検討として、スラブ部材の養生を模擬した養生条件を検証実験の水準に追加する。具体的には、円柱供試体を打設後 5 日間封かん養生(型枠存置)したのちに脱型し、直ちに側面をシール(上下端面のみを開放)して、材齢 28、91 日まで気中養生(以下、スラブ模擬養生)を行った後に圧縮強度試験を実施する。なお、スラブ模擬養生は水分移動の影響を比較的受けやすいと想定される水セメント比 65%および 55%の水準において実施する。
- ③への対応：協会事務局の調査によれば、表-2.1 に示す通り、高強度コンクリート以外にも大臣認定を取得した様々なコンクリートが存在する。これらの大臣認定コンクリートに対して以下の対応を行うとした。

表-2.1 大臣認定種類毎の  $F_c$  と水セメント比の関係(事務局調べ)

認定の種類	Fc の範囲 (N/mm <sup>2</sup> )	水セメント比の範囲 (%)
高流動コンクリート	18~45	63.4~37.4
軽量コンクリート	18~33	70.4~36.6
再生骨材コンクリート	21~36	57.2~39.7
シラスコンクリート	18~36	66.0~37.2

◇普通強度のコンクリートへの対応：普通強度域での認定実績もあることから、それらを包含する水セメント比 65%および 55%のコンクリート試験を追加する。

◇高流動コンクリートへの対応：普通強度レベルの高流動コンクリート（水セメント比 55%）を想定し、増粘剤一液タイプ混和剤を使用してコンクリート試験を追加する。

◇骨材種類の違いに対する対応：今回の検証実験の焦点は、セメントの少量混合成分の上限を 5%以下から 10%以下に変更することによる、JIS 改正前後のセメントを使用したコンクリートの性能の同等性を問うことである。したがって、骨材種類によりセメントの違いがコンクリートの物性へ及ぼす影響が変わるものではないと考えられるため、軽量骨材や再生骨材といった特殊な骨材を用いた調合について検証は行わない。

◇混和材を添加した大臣認定コンクリートへの対応：N を基材とし、混和材を使用した大臣認定コンクリートにおける混和材の使用方法は、以下の a)~c)に大別できる。

a) 骨材代替として使用

（例えば、石灰石微粉末、フライアッシュを細骨材に置換して使用し、コンクリートの調合強度への寄与を考慮しない場合）

b) 結合材として使用

（例えば、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフェームをセメント置換して使用し、水結合材比としてコンクリートの調合強度へ寄与する場合）

c) その他特殊な用途として使用（上記の a) ,b)に分類されるものも含めて）

（3D プリンティング用材料、強度・フレッシュ以外の要求性能を有するもの）

a)への対応：骨材代替として使用するため、骨材と同様に強度発現に寄与しない材料として取り扱うことができるため、検証の対象とはしない。

b)への対応：例えば、高炉スラグ微粉末を高炉セメント A、B、C 種相当の置換量で使用した条件、およびフライアッシュをフライアッシュセメント A、B、C 種相当の置換量で使用した条件に対して、改正 JIS セメントを適用した場合は、**図-2.1** および**図-2.2** に示す結合材の割合となる。これらの中で、混合材使用量が少ない条件（例えば、フライアッシュセメント A 種相当）では、性能に影響を与えると考えられる混和材料量が少ないことから N のみの実験水準と同様の傾向となると予想される。一方で、混合材使用量が多いほど（例えば、高炉セメント C 種相当）、少量混合成分の量が少なくなり、影響も小さくなると考えられる。以上より、検証実験では、N 単味および高炉スラグ微粉末を B 種相当混合したセメント（以下、BB）を検証の対象とした。

c)への対応：様々な調合条件や材料が想定されるが、例えば3Dプリンティング用途の大臣認定コンクリートについては、文献・調査等によれば幾つかの混合材とNの組合せであることから、上記のb)と同様の取り扱いとした。

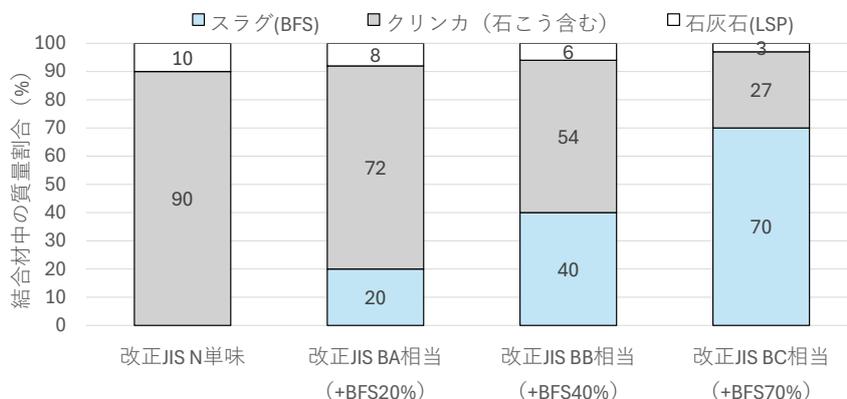


図-2.1 高炉セメントの少量混合成分の割合（イメージ）

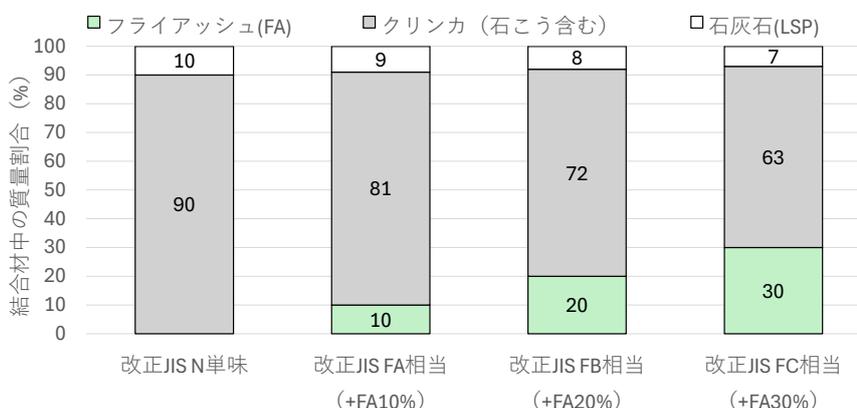


図-2.2 フライアッシュセメントの少量混合成分の割合（イメージ）

### 《第2回有識者懇談会での審議内容》

以上の整理に基づいた修正実験計画案が第2回有識者懇談会（2025年7月1日開催）に提案された。

審議の結果、修正実験計画案は概ね承認された。ただし、昨今の猛暑に対応すべく、コンクリート温度が35°C超で取得した大臣認定コンクリートの実績があることから、(A)暑中環境下における高温モルタル・セメントペーストによる空隙構造等の確認実験の追加、(B)低水セメント比での凝結試験およびフレッシュ性状確認試験（20°C環境下での試験）を追加することとなった。

(A)に関しては、当該大臣認定の申請では、高温履歴を受けた高強度モルタルの細孔径分布や圧縮強さ、ペーストによるSEM観察やTG-DTAによる水和物量の測定等を行った報告書を別途追加して提出していることから、それに倣った実験を追加することとした。

(B)に関しては、令和2年6月12日に大臣官房営繕部整備課課長補佐（構造担当）発布の事務連絡「暑中コンクリートの荷卸し時のコンクリートの温度について」において、以下のa)およびb)に示す、20°C環境下での2つの指標を満足すれば、荷卸し時のコンクリート温度の上限値を38°C以下とすることが出来るとされていることより、これらを評価する試験を追加することとした。

- a) 20°C環境下でのスランプの経時変化において、静置状態で60分経過後のスランプの低下量が6cm以下であること。

b) 20°C環境下での凝結試験において、貫入抵抗値が 0.5N/mm<sup>2</sup> に達した時間が 5 時間 23 分以上（補正式  $T_{38}=0.65 \times T_{20}$ 、 $T_{38}$  3.5 時間以上、T：凝結時間で添字は温度、図-2.3）であること。

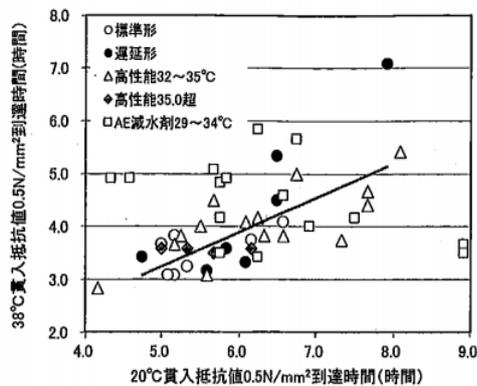


図-2.3 20°C環境下と 38°C環境下の貫入抵抗値 0.5N/mm<sup>2</sup> 到達時間の関係<sup>1)</sup>

1)日本建築学会；暑中コンクリートの施工指針・同解説、p.80、2019.7

なお、『高強度用セメント（シリカフュームセメントなど）に N を混合した大臣認定コンクリート』については継続審議となった。

#### 《第 2 回有識者懇談会後の課題と対応》

第 2 回有識者懇談会后、協会事務局において、『高強度用セメント（シリカフュームセメントなど）に N を混合した大臣認定コンクリート』への対応について協議し、以下に示す対応案を、上述の(A)および(B)の実験を加えた検証実験計画修正案に組み込み、有識者懇談会委員に送付（2025 年 8 月 8 日）し、意見照会を行った。

【対応案】N に高強度用セメント（例えばシリカフュームセメント）を混和した結合材を用いた大臣認定コンクリートへの対応に関しては、第 2 回有識者懇談会后に関係各所から情報収集した結果、出荷実績のある大臣認定コンクリートの水セメント比は 23% 以上であり、今回の検証実験の水セメント比（N および BB25%）よりもやや小さいことが明らかになった。しかし、このようなケースでは、結合材に占める N の比率が 50% 以下であることや、水セメント比 25% 未満での出荷実績は極めて少ないことなどにより、N および BB を用いた水セメント比 25% での評価結果に包含されるものとした。ただし、シリカフュームの反応性への影響を確認するために、JIS 改正前後のセメントを用いたペーストにおける材齢 7 日での水酸化カルシウム量の測定を加えることとした。

意見照会の結果、(B)の実験において、図-2.3 に示された 20°C環境下と 38°C環境下の貫入抵抗値 0.5N/mm<sup>2</sup> 到達時間の関係が、現行 JIS セメントを用いたコンクリートで検証された関係式であるため、改正 JIS セメントで同式が成り立つか不明であるとの意見が出された。

この意見に対して、改正 JIS セメントを用いたコンクリートにおいても図-2.3 に示す関係式が成立するか確認する実験（環境温度 40°C）を追加することとした。

#### 《検証実験計画最終案の承認》

以上のとおり修正を行った検証実験計画案を、有識者懇談会出席メンバー（委員およびオブザーバー委員）に送付（2025年9月3日、9月5日）し意見照会を行った結果、本計画案は承認された。承認された検証実験計画の詳細は3章に示す。