遮へいコンクリートの乾燥単位容積質量試験方法に関する実験的研究 試験条件の検討

EXPERIMENTAL STUDY ON THE TEST METHOD OF THE DRY DENSITY FOR THE SHIELD CONCRETE Examination of test condition variability

竹内賢次^{*1}, 尾崎昌彦^{*2}, 中尾正純^{*3}, 後藤省一^{*4}, 一瀬賢一^{*5}

*Kenji TAKEUCHI, Masahiko OZAKI, Masazumi NAKAO,
Shoichi GOTO and Kenichi ICHISE*

This paper describes the study on the appropriate test method of the dry density for the shielding concrete. A series of experiments was conducted based on the Latin square method considering cement type and test condition variability. The following conclusions can be drawn.

1. The drying convergence time of a concrete specimen depends on the pre-curing period, the shape of the specimen and the drying temperature. The longer pre-curing period, larger specimen size and lower drying temperature make the drying convergence time longer.
2. Although there are two judgment criteria for oven-dry condition of the concrete specimen and these two criteria influence the drying convergence time, these two criteria do not influence the dry density of the concrete specimen.

Keywords : Shield Concrete, Quality Control, Dry Density of Concrete, Cement, Test Condition

遮へいコンクリート, 品質管理, 乾燥単位容積質量, セメント, 試験条件

1. はじめに

放射性物質を取り扱うことでガンマ線等が生じる施設では, 部材の密度と部材の厚さの積で決まる遮へい機能を確保するため, コンクリートや鉛板, 鉛ガラス等が遮へい材として用いられている。特にコンクリートは, 成形性に優れ, 中性子線に対しても水分を保持して高速中性子の減速機能を保有しているので, 普通骨材による遮へいコンクリートとして放射性物質取扱施設で広く用いられている。しかし, 遮へいコンクリートを構成する材料を俯瞰してみると随分と移り変わってきている。セメントは, マスコン対策として低発熱型への移行が図られ, フライアッシュの活用も行われている。また細骨材および粗骨材は, 資源の枯渇化が進み, 絶乾密度が大きい良質な骨材を安定的に入手することは, 全国的にも困難な状況になってきている。

一方, 遮へいコンクリートの乾燥単位容積質量の品質管理手法は, 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009¹⁾ (以下 JASS5 と略す) や建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原

子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事²⁾ (以下 JASS5N と略す) に規定され, 運用されているものの, 普通骨材を用いたコンクリートでの定量的評価については, これまであまり報告されていない。コンクリート乾燥単位容積質量の品質管理手法に関する報告としては, 黒岩ら³⁾や齋藤ら⁴⁾, 谷口ら⁵⁾, 橋本ら⁶⁾が, また軽量コンクリートを対象として石川ら⁷⁾の報告を数える程度である。黒岩らは, ①乾燥前養生期間の短いもの, ②乾燥試験時の温度の高いもの, ③供試体寸法の小さいものが乾燥単位容積質量は小さくなると報告している。石川らも, 供試体寸法が小さくなると気乾単位容積質量は軽くなると報告している。他方, 齋藤らや谷口ら, 橋本らは供試体寸法 φ100 と φ150 の間にほとんど差異は無いとしている。

しかし, 黒岩らの報告は, 極マッシュな部材に適用される低発熱型ポルトランドセメントが実験の主材で, 一般的な普通ポルトランドセメント等での検討が行われておらず, 適用範囲が限られている。また, 石川らの報告は, 遮へいコンクリートの品質管理で用いられるような強制加熱乾燥試験ではない。

*1 関西電力㈱土木建築室 マネジャー
*2 関西電力㈱原子力事業本部 チーフマネジャー・工博
*3 ㈱環境総合テクノス若狭支店 支店長
*4 ㈱大林組原子力本部原子力部 課長
*5 ㈱大林組技術研究所生産技術研究部 部長・工博

Manager, Office of Civil Eng. and Architecture, The Kansai Electric Power Co., Inc.
Chief Manager, Nuclear Power Division, The Kansai Electric Power Co., Inc., Dr. Eng.
Branch Manager, Wakasa Branch, The General Environmental Technos
Section Manager, Engineering Dept. Nuclear Facilities Division, Obayashi Corporation
General Manager, Technical Research Institute, Technology Division, Obayashi Corporation,
Dr. Eng.

このため、遮へいコンクリートのより実用的な品質管理手法の構築を行う上でコンクリート材料試験範囲の拡大、実験データの蓄積による統計的な信頼度の確保等着実な検討の積み重ねは、とても重要と考える。

本研究では、試験条件（乾燥試験前の前養生期間、供試体寸法、乾燥試験時の温度）をパラメータとして、遮へいコンクリートの乾燥単位容積質量管理のための乾燥試験方法の適切化を図ることを目的として実験的に検討した。

2. 乾燥単位容積質量試験

コンクリート供試体による製造から乾燥単位容積質量測定までの単位容積質量の変化を図1に模式図として示す。コンクリート供試体の単位容積質量は、調合（図中の①）および混練後（図中の②）のフレッシュ時に較べて、標準水中養生槽に浸漬することで養生水を吸水し一旦重くなる（図中の③）。所定の標準水中養生期間後、65℃または105℃による加熱気中乾燥によってコンクリート中の水分（図中の③-⑤）が蒸発してコンクリート供試体単位容積質量は減少し、時間の経過とともに減少量が収束していく（図中の④）。収束の判定は、JASS5NT-601 コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法²⁾（以下T-601と略す）では、計測間隔2日で1g以下（以下1g/2日と略す）、JASS 5N-T-602 コンクリートの乾燥単位容積質量促進試験方法²⁾（以下T-602と略す）では、計測間隔3日で0.5g未満（以下0.5g/3日と略す）と定義されている。質量減少収束と判定された供試体は、計測された質量から事前に計測している気中重量と水中重量の差（供試体体積に相当）を用いて乾燥単位容積質量が算出される。T-601またはT-602の両試験で求められる乾燥単位容積質量は、どちらも結合水およびゲル水を除いた自由水が蒸発した絶乾にほぼ近い状態であると判断されている。

なお、本論では、セメント等結合材と乾燥収束時点での残存水（結合水の状態での水を含む）との和（コンクリート乾燥単位容積質量（図中の④）－絶乾骨材質量（図中の⑥））をペースト体と仮称し記す。

3. 実験および分析計画

実験は、各実験要因を均質に組み合わせため直交表を活用し、各実験要因の有意性を分散分析により評価するものとした。

実験要因は、乾燥試験前の前養生期間、供試体寸法（直径）、乾燥試験時の温度の3項目とし、T-601およびT-602に基づきそれぞれ

2水準設定した。また、セメントの種類の違いによる水和反応特性が前養生期間中に生成される結合水量に影響すると考えられることから、実験の汎用性を広げるためセメントの種類を実験要因に加え、(1)普通ポルトランドセメント(N)、(2)フライアッシュセメントB種相当(FB)、(3)中熟ポルトランドセメント(M)、(4)中熟ポルトランドセメント+フライアッシュ(MFB)の4種類とした。さらに実機製造で想定されるコンクリート連行空気量変動に比して過大とは思われるが、実験に用いるコンクリートに連行する空気量を意図的に変動させた。これら実験要因をL8直交表により組み合わせる実施した。実験要因と水準を表1、実験の組合せを表2に示す。

なお、実験は各調合に対して3回ずつ繰り返して実施した。分散分析では、セメントの種類および空気量の2項目を実験の汎用性を広げるために組み込んだ要因であることからダミーとし誤差に含むものとした。また、有意性判定は誤差との相対評価であるので、それぞれ変動要因に対し、1元配置とした分析結果と、直交表配置による分析結果を算出した。

4. 実験

4.1 使用材料

実験に使用した使用材料を表3に示す。細骨材は、JIS A-5308に規定される粒度分布を満足するように砕砂(S1)と細砂(S2)の混合率を定めた。粗骨材は、最大粒径20mmとし、粒径15mmで分別、碎石2015(G1)と碎石1505(G2)として調合した。

4.2 調合

コンクリートの調合を表4に示す。FBおよびMFBは、普通ポルトランドセメントまたは中熟ポルトランドセメントに対してフライアッシュを内割り20%以下となるように調合した。

結合材量は、結合材量の多少が実験に影響しないように各調合において全て同一とした。水結合材比(W/(C+F))は実施工の実績を勘案して50%とし、単位水量は目標スランプを18cm程度とすべく170kg/m³として全調合統一した。なお、スランプは、実験を3回繰り返す中で変動が±1.5cm以内となるよう管理した。空気量は、

表1 実験要因と水準

要 因	水準数	水準
セメント	4	N、FB、M、MFB
前養生期間	2	28日、91日
供試体寸法	2	φ100、φ150
乾燥温度	2	65℃、105℃
空気量	2	3.5%、5.5%

表2 実験の組み合わせ

NO	調合名	セメント	前養生 (日)	供試体	乾燥温度 (℃)	空気量 (%)
1	N28-100-65	N	28	φ100	65	3.5±0.5
2	N91-150-105	N	91	φ150	105	5.5±0.5
3	FB28-150-105	FB	28	φ150	105	3.5±0.5
4	FB91-100-65	FB	91	φ100	65	5.5±0.5
5	M91-100-105	M	91	φ100	105	3.5±0.5
6	M28-150-65	M	28	φ150	65	5.5±0.5
7	MFB91-150-65	MFB	91	φ150	65	3.5±0.5
8	MFB28-100-105	MFB	28	φ100	105	5.5±0.5

図1 乾燥単位容積質量試験模式図

所要値を 3.5%または 5.5%とし、それぞれ変動が±0.5%以内となるよう管理して実験を行った。

4.3 実験方法

実験は、実験要因とした前養生期間、供試体寸法、乾燥温度を除き、T-602 に基づき行った。各供試体は、強制練りミキサを使用して作製した。脱型までは室内に静置し湿潤状態を保った。脱型後は、直ちに標準養生槽に浸漬し所定材齢日まで標準水中養生とした。乾燥収束の判定は供試体毎とし、それぞれが 1 g / 2 日に到達した以後も乾燥を継続し、0.5 g / 3 日を満足した時点をもって終了とした。

4.4 実験結果

スランプおよび空気量の試験結果を図 2 に示す。また、圧縮強度試験結果を図 3 に示す。繰返しは、同番号として連続して表記している。スランプおよび空気量は、変動管理目標を満足している。標準水中養生による材齢 28 日の圧縮強度は、MFB(空気量 5.8%)が

表3 使用材料

	記号	仕 様
結合材	C	普通ポルトランドセメント(N)、密度3.16g/cm ³ 中熱ポルトランドセメント(M)、密度3.21g/cm ³
	F	フライアッシュⅡ種(F)、密度2.30g/cm ³
細骨材	S	砕砂(S1)、絶乾密度2.81g/cm ³ 、吸水率1.63% 細砂(S2)、絶乾密度2.55g/cm ³ 、吸水率2.62%
粗骨材	G	砕石(G)、絶乾密度2.90g/cm ³ 、吸水率0.51%
AE減水剤	AD	リグニンスルホン酸塩 オキシカルボン酸塩とポリカルボン酸系化合物

表 4 コンクリートの調合

NO	調合名	単位量 (kg/m ³)								重量計*1
		W	C	F	S1	S2	G1	G2	AD	
1	N28-100-65	170	340	0	611	240	489	597	3.40	2,447
2	N91-150-105	170	340	0	611	240	489	597	3.40	2,447
3	FB28-150-105	170	277	63	603	237	484	591	3.40	2,425
4	FB91-100-65	170	277	63	603	237	484	591	3.40	2,425
5	M91-100-105	170	340	0	613	241	490	599	3.40	2,453
6	M28-150-65	170	340	0	613	241	490	599	3.40	2,453
7	MFB91-150-65	170	277	63	605	237	485	593	3.40	2,430
8	MFB28-100-105	170	277	63	605	237	485	593	3.40	2,430

*1 重量調合値=W+C+F+S1+S2+G1+G2

図 2 スランプ・空気量試験結果

図 3 圧縮強度試験結果

27.0N/mm²と最も低く、N(空気量 3.2%)の 53.5N/mm²が最も高い強度を示した。材齢 91 日の圧縮強度も MFB(空気量 5.8%)が 44.0N/mm²と最も低く、N(空気量 3.5%)の 60.8N/mm²が最も高い強度を示した。

単位容積質量試験結果を図4に示す。図中の一点鎖線が y = x, 破線が y = x - 100を示す。フレッシュ時の単位容積質量が y = x を、乾燥単位容積質量が y = x - 100をほぼ中央値として変動しているが、表4で示す重量計（以下調合値と記す）との間には、調合値範囲が狭いこともあって相関を認められなかった。

時系列段階による単位容積質量試験結果（3回の繰返しの平均値）を図5に示す。単位容積質量の変化は、2章で記したようにいずれも、前養生に拠って一旦重くなった後、乾燥によって軽くなっている。調合値は2425～2453kg/m³であったものがフレッシュ時の単位容積質量において2401～2502kg/m³の範囲、乾燥単位容積質量においては2281～2405kg/m³の範囲を示した。単位容積質量の大小順位は、フレッシュ時の単位容積質量と乾燥単位容積質量との間において大きく変わることはなく、フレッシュ時の単位容積質量での大小順位関係

図 4 単位容積質量試験結果

図 5 乾燥単位容積質量試験結果（絶対値）

図 6 乾燥単位容積質量試験結果（相対値）

がほぼ維持された。減少量（フレッシュ時の単位容積質量－乾燥単位容積質量）が最も少ないのは、N91-150-105 の 71kg/m^3 （空気量 5.4%）、最も多いのが MFB28-100-105 の 130kg/m^3 （空気量 5.5%）であった。

調査による差異を除去するため、調査値に対するそれぞれの単位容積質量計測値の割合（以下、単位容積質量比と称す）を図 6 に示す。単位容積質量比は、フレッシュ時の単位容積質量では 0.986～1.024、乾燥単位容積質量では 0.939～0.983（平均値で 0.966）となった。乾燥単位容積質量比の最も大きい調査は N28-100-65 の 0.983（空気量 3.2%）、最も小さい調査は MFB28-100-105 の 0.939（空気量 5.8%）であった。減少量比（減少量÷調査値）では、最も小さい調査が N91-150-105 の 0.029（空気量 5.4%）、最も大きい調査が MFB28-100-105 の 0.054（空気量 5.5%）であった。

減少量、前養生中吸水量、乾燥蒸発量とフレッシュ時の単位容積質量との関係を図 7 に示す。フレッシュ時の単位容積質量の増加に対し前養生中吸水量と乾燥蒸発量が減少の傾向を、減少量がほぼ横這いの傾向を示しているが、いずれもフレッシュ時の単位容積質量との間において相関は認められなかった。

減少量、前養生中吸水量、乾燥蒸発量それぞれを調査値で除した減少量比、吸水量比、乾燥蒸発量比とコンクリートに導入された空気量との関係を図 8 に示す。減少量比、吸水量比、乾燥蒸発量比とコンクリートに導入された空気量との関係を図 8 に示す。減少量比、吸水量比、乾燥蒸発量比とコンクリートに導入された空気量との関係を図 8 に示す。

図 7 減少量他とフレッシュ時の単位容積質量

図 8 減少量比他と空気量

図 9 乾燥収束判定と乾燥単位容積質量

気量との関係を図 8 に示す。いずれも横這い状況で相関も認められず、空気量の大小が、乾燥試験における減少量比等に影響を及ぼしていないことが窺える。

前述したように乾燥収束判定は、T-601 では $1\text{g}/2\text{日}$ 、T-602 では $0.5\text{g}/3\text{日}$ としている。供試体 1 本毎に行った両者の乾燥収束判定に基づいた乾燥単位容積質量を図 9 に示す。図中の一点鎖線が $y = x$ 、破線が $y = x - 50$ を示す。両者の間に差異は殆ど認められず、ほぼ同一の結果を示している。供試体 1 本毎に行った乾燥収束判定と乾燥に要した日数との関係を図 10 に示す。こちらも図中の一点鎖線が $y = x$ 、破線が $y = x - 50$ を示す。両者間の相関は高く、回帰式では、切片が -3.8 となり、 $1\text{g}/2\text{日}$ で収束判定する方が、4 日ほど早く判定できていることが解る。

乾燥蒸発量（前養生終了段階での単位容積質量－乾燥単位容積質量）と乾燥日数の関係を図 11 に示す。ただし、乾燥日数は 0.2 乗した値としている。乾燥日数の 0.2 乗は、乾燥蒸発量と乾燥日数の間で累乗による回帰分析を行うと指数として 0.01～0.23 が得られたことによるもので、本図は、 $y = ax^b$ の b を 0.2 で統一して結果を横並びとし、 a を比較している。乾燥蒸発量と乾燥日数の間には相関が認められず、散布状態であった。回帰線の勾配が示す乾燥速度は、乾燥蒸発量に係らず乾燥温度等の影響により決まっていることが窺える。

5. 分散分析結果

5.1 乾燥試験結果に対する分析

乾燥単位容積質量、減少量、ペースト体に対し分散分析による有意判定結果を表 5 に示す。それぞれの変動要因に対し、1 元配置として分析した結果と直交表配置による結果を併記して示している。

乾燥単位容積質量とペースト体については、前養生期間、供試体

図 10 乾燥収束判定と乾燥日数

図 11 乾燥蒸発量と乾燥日数（乾燥速度）

寸法、乾燥温度のいずれもが 95%の信頼度において絶対値、相対値とも有意ではなく、減少量においてのみ絶対値、相対値とも前養生期間、乾燥温度に対して有意となった。

減少量での寄与を確認するため調査値と乾燥単位容積質量間の差について分散分析を行ったところ、全ての項目において有意でない結果を示した。

乾燥単位容積質量、減少量、ペースト体に対するそれぞれの要因の寄与を図 12～図 14 に示す。図中の値に対して範囲を示しているのは 95%の平均値の信頼区間である。乾燥単位容積質量に対する要因の寄与をみると、前養生期間では 28 日より 91 日の方が若干大きい。供試体寸法については、大差がない。乾燥温度では 65℃乾燥の方が 105℃よりも大きい。減少量から見ると、前養生期間では 28 日の方が 91 日より僅かに大きく、供試体寸法については大差なく、乾燥温度については 105℃の方が大きくなった。ペースト体は、乾燥単位容積質量での要因寄与と同様の傾向であった。したがって有意判定および寄与傾向から減少量は、セメント種による水和反応度の違いから供試体中の自由水量に影響を受けるが、乾燥単位容積

質量は、他の変動要因の方が大きく影響していると判断される。

吸水量、乾燥蒸発量、残存水分量に対し分散分析による有意判定結果を表 6 に示す。吸水量については、95%の信頼度において絶対値、相対値とも前養生期間が有意で、乾燥蒸発量は絶対値、相対値とも乾燥温度が有意となった。

残存水分量については、絶対値、相対値とも前養生期間と乾燥温度が有意であった。供試体寸法は、いずれにおいても有意とはならなかった。吸水量に対するそれぞれの要因毎に寄与を図 15 に、乾燥蒸発量に対する寄与を図 16 に、残存水分量に対する寄与を図 17 に示す。吸水量に対して要因別にみると、前養生期間では 28 日より 91 日の方が大きく、供試体寸法については同程度であった。乾燥蒸発量に対しては、前養生期間では 28 日が僅かに 91 日より大きく、供試体寸法についてはφ100 と φ150 とで差がなく、乾燥温度については 105℃の方が 65℃よりも大きくなった。残存水分量については、乾燥蒸発量の逆の関係を示した。これらの傾向は、前述した減少量と同様、セメント種の影響を受けているものと考えられるが、その影響は小さい。

表 5 乾燥単位容積質量他分散分析結果

変動要因	乾燥単位容積質量		減少量		ペースト体	
	一元配置	直交表	一元配置	直交表	一元配置	直交表
前養生期間	有意でない	有意でない	有意	有意	有意でない	有意でない
供試体寸法	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない
乾燥温度	有意でない	有意でない	有意	有意	有意でない	有意でない

変動要因	乾燥単位容積質量比		減少量比		ペースト体比	
	一元配置	直交表	一元配置	直交表	一元配置	直交表
前養生期間	有意でない	有意でない	有意	有意	有意でない	有意でない
供試体寸法	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない
乾燥温度	有意でない	有意でない	有意	有意	有意でない	有意でない

注) 直交表配置では、検討対象要因以外を誤差項に含め算出した

図 12 乾燥単位容積質量に対する要因寄与

図 13 減少量に対する要因寄与

図 14 ペースト体に対する要因寄与

表 6 吸水量他分散分析結果

変動要因	吸水量		乾燥蒸発量		残存水分量	
	一元配置	直交表	一元配置	直交表	一元配置	直交表
前養生期間	有意	有意	有意でない	有意でない	有意	有意
供試体寸法	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない
乾燥温度	—	—	有意	有意	有意	有意

変動要因	吸水量比		乾燥蒸発量比		残存水分量比	
	一元配置	直交表	一元配置	直交表	一元配置	直交表
前養生期間	有意	有意	有意でない	有意でない	有意	有意
供試体寸法	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない	有意でない
乾燥温度	—	—	有意	有意	有意	有意

注) 直交表配置では、検討対象要因以外を誤差項に含め算出した

図 15 吸水量に対する要因寄与

図 16 乾燥蒸発量に対する要因寄与

図 17 残存水分量に対する要因寄与

表 7 乾燥に要する日数分散分析結果

変動要因	1 g /2日		0.5g/3日	
	一元配置	直交表	一元配置	直交表
前養生期間	有意	有意	有意	有意
供試体寸法	有意	有意	有意	有意
乾燥温度	有意	有意	有意	有意

注) 直交表配置では、検討対象要因以外を誤差項に含め算出した

表 8 乾燥速度分散分析結果

変動要因	1 g /2日		0.5g/3日	
	一元配置	直交表	一元配置	直交表
前養生期間	有意	有意	有意	有意
供試体寸法	有意	有意	有意	有意
乾燥温度	有意	有意	有意	有意

注) 直交表配置では、検討対象要因以外を誤差項に含め算出した

以上の結果から、現行の JASS5N で定めた試験条件である前養生期間、供試体寸法、乾燥温度については、試験過程での吸水量等に影響を与えるものの、乾燥単位容積質量、ペースト体に対し影響を及ぼさないことが判る。また前養生期間と乾燥温度が減少量に対して影響を及ぼすが、その寄与は、乾燥単位容積質量を左右するまでには至らないといえる。

5.2 乾燥収束判定に対する分析

乾燥単位容積質量および乾燥日数に対する乾燥収束判定法の寄与を図 18 に示す。乾燥単位容積質量では、乾燥収束判定法の違いが認められない。乾燥が収束するまでの日数では、1 g /2 日とする方が 0.5 g /3 日とするよりも早まる傾向を示すが、変動も大きい。分散分析による有意判定結果は、両者とも有意ではなかった。

乾燥試験における前養生期間、供試体寸法、乾燥温度が乾燥日数に及ぼす寄与に対する分散分析の結果を表 7 に示す。また、前養生期間、供試体寸法、乾燥温度が乾燥速度に及ぼす寄与に対する分散分析の結果を表 8 に示す。両者とも 1 g /2 日、または 0.5 g /3 日のどちらの判定を用いても有意となった。

乾燥日数に対するそれぞれの要因毎に寄与を図 19 に、乾燥速度に対するそれぞれの要因毎に寄与を図 20 に示す。乾燥にかかる日数は、前養生期間では 28 日より 91 日、供試体寸法については ϕ 100mm よりも ϕ 150mm、乾燥温度については 105℃ よりも 65℃ の方が長い。乾燥速度については、乾燥日数と逆の関係である。

したがって乾燥収束の判定方法の違いでは、乾燥単位容積質量および乾燥日数に差異は生じない。一方、乾燥日数および乾燥速度は、前養生期間、供試体寸法、乾燥温度によって異なると判断される。

6. まとめ

遮へいコンクリートの乾燥単位容積質量管理における乾燥試験方法の適切化を図るため、試験条件をパラメータとして、直交表に基づき実験を行った。実験結果から遮へいコンクリートの乾燥単位容積質量等に及ぼす影響について以下のことが明らかとなった。

- 1) コンクリートに導入された空気量は、前養生での吸水、乾燥試験での水分蒸発に寄与していない。
- 2) コンクリート供試体乾燥時の質量減少量、吸水量、乾燥蒸発量、残存水分量は、前養生期間、供試体寸法、乾燥温度の影響を受ける。しかし乾燥単位容積質量については、寄与するまで

図 18 乾燥単位容積質量および乾燥日数に対する寄与

図 19 乾燥日数に対する要因寄与

図 20 乾燥速度に対する要因寄与

には至らない。

- 3) コンクリート供試体の乾燥が収束する日数は、前養生時間が長く、供試体寸法が大きく、乾燥温度が低くなると長くなる。
- 4) コンクリート供試体の絶乾状態と定義している 2 つの判定基準は、乾燥単位容積質量には寄与しない。

謝辞

本実験の実施にあたっては、(株)大飯生コンの皆様にも多大なるご協力を得た。ここに記して、謝意を示します。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事，2009.2
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事，2001.5
- 3) 黒岩秀他：低発熱型セメントを用いたコンクリートの乾燥単位容積質量，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 分冊，pp.783～784，2000
- 4) 齋藤祐他：コンクリートの乾燥単位容積質量の測定方法に関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 分冊，pp.793～794，2010
- 5) 谷口幸秀他：遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法に関する検討，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 分冊，pp.791～792，2010
- 6) 橋本隆他：中庸熱フライアッシュセメントを使用したコンクリートの耐久性に関する実験的研究 その 6：乾燥単位容積質量に関する考察，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 分冊，pp.765～766，2010
- 7) 石川寛範他：軽量コンクリートの気乾単位容積質量に関する基礎的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 分冊，pp.605～606，2008

(2010年12月9日原稿受理，2011年5月27日採用決定)