

養生方法やセメントの相違がコンクリートの内部湿度・乾燥収縮に与える影響

芝浦工業大学 学生会員 ○佐藤 健太郎

芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

コンクリート構造物の早期脱型や養生時間の短縮は、初期コストや工期の削減を可能とするが、ひび割れ発生の原因になる可能性がある。この原因の一つとして、外部環境によって起こる長さ変化挙動が、コンクリートの表層と内部に不均質性を生じさせることによるものが考えられる。しかし深さ方向にどの程度まで乾燥の影響を受けるか、またその影響が乾燥収縮量に及ぼす影響についてはあまり検討されていない。

そこで本研究では、コンクリートが乾燥の影響を受ける深さを内部相対湿度の計測により調査した。その結果を踏まえ、養生方法とセメントの種類の異なるコンクリート試験体を作成し、全体が均一に環境の影響を受ける条件での長さ変化試験と内部相対湿度の計測からその関係を検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 配合および養生条件

本研究で使用したコンクリートの配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用したコンクリート（N）と高炉スラグ微粉末を45%置換したコンクリート（BB）の2種類を使用し、単位水量 172kg/m^3 、水セメント比55%の一定として、目標スランプ $12\pm 2.5\text{ cm}$ 、空気量 $4.5\pm 1.5\%$ を満足するように調整した。供試体は、 $10\times 10\times 40\text{ cm}$ の角柱供試体を用いた。

2.2 乾燥の影響を受ける深さ方向試験概要

供試体は打設後、型枠の上部に吸水性の無い木板を載せ、全断面で乾燥を防いだ。図-1に示すように端からの距離1.5, 2, 5, 7, 10, 20cm内部相対湿度を測定するためのアクリルパイプを埋め込み、18時間後に脱型後、アルミテープで封緘し両端のみ開放した。パイプに温湿度計を入れ、常時計測を行った。供試体は室温 22°C 、湿度40%の一定環境を保った室

キーワード：養生、内部相対湿度、乾燥収縮

表-1 示方配合

	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				実測値		
			W	C	S	G	SL (cm)	Air (%)	温度 ($^\circ\text{C}$)
N	55	47	172	313	855	982	9.5	3.5	21.4
BB					861	976	12	4.9	21.4

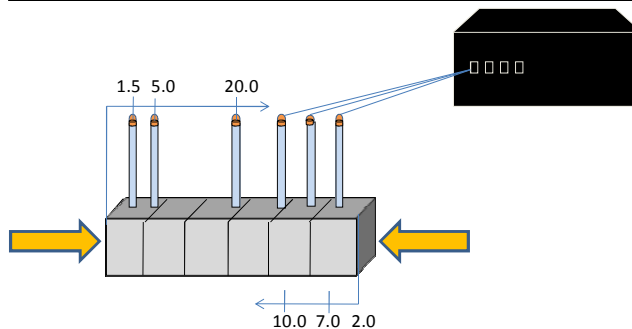


図-1 両端から乾燥の影響を受ける深さ方向試験
内に配置し、解放面から乾燥の影響を受ける深さを計測した。

2.3 長さ変化試験概要

養生方法は、水中・封緘・散水・気中養生で、養生期間は7日間とした。封緘養生の供試体以外は打設後3, 18時間後、養生1, 5, 7日目に内部相対湿度を計測し、養生後実験室内（室温 $22\pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $40\pm 5\%$ ）に暴露し、乾燥させた供試体を3, 4日おきに、内部相対湿度、収縮量、重量、表面水分量を測定した。コンクリートの内部相対湿度の測定は、打設時、供試体にアクリルパイプを表層から5cm地点まで差し込み、パイプに温湿度センサを入れる際、水分が入らないようキャップした。乾燥収縮ひずみは、JIS A 1129のコンタクトゲージ法に準拠して行った。

3. 実験結果

3.1 乾燥の影響を受ける深さ試験

解放面からの深さ位置と相対湿度の関係を材齢7, 28, 48日で計測したものを図-2に示す。いずれもBBの方が内部の相対湿度が低いことがわかる。NもBBも、概ね深さ1.5, 2.0cmまで乾燥の影響が大きいことがわかる。既往の研究¹⁾より、Nは水セメント

比に関わらず表層から 5cm までは著しく湿度低下することがわかっており、本研究でも同様な結果になった。BB の材齢 7,28 日を比べると、7-10cm 間の勾配が急になっていることから 8cm 付近まで乾燥の影響を受けているのではないかと考えられる。N も BB も 10, 20cm 位置での湿度低下は、外部からの乾燥の影響はなく、水和による自己乾燥が考えられる。

3.2 長さ変化試験結果

図-3 に内部相対湿度の経時変化を示す。初期養生で水分の供給が無かった気中養生は、N も BB も湿度の低下が顕著だった。一方で、水中以外の封緘・散水養生は N も BB も同様な湿度変化だった。水中養生の BB だけは内部相対湿度の変化が緩やかな傾向を示した。図-4 に乾燥収縮量の経時変化を示す。N の水中・気中養生の収縮がほぼ同じになったことに関しては、気中養生では粗大な空隙が多いが、潜在的な水分量が少なかったため収縮せず、勾配が緩やかであったのに対し、水中養生では水和が進行し、内部が緻密であるため水分が抜けにくく収縮が少なかったと考えられる。BB の気中・散水養生は収縮の勾配が大きい、材齢が経つにつれ収縮量収束し始め、長期的には養生方法に起因しないといえる。セメントの種類に着目すると、乾燥の影響は N に比べ BB の方が受けやすいことから、養生方法に関わらず BB の収縮の方が大きいことがわかる。図-5 に内部相対湿度と乾燥収縮の関係を示す。内部相対湿度が下がると収縮量が大きくなり、養生方法に関わらず相関があるといえる。N と BB で比較すると内部相対湿度の低下に対する収縮量は BB の方が多く、勾配に差が見られた。

4.まとめ

本研究で得られた成果をいかに示す。

- (1) 両端から乾燥の影響を受ける供試体の内部相対湿度を測った結果、N も BB も表層から 5-7cm まで影響が大きく、N に比べ BB のほうが乾燥の影響を受けやすいことがわかった。
- (2) 初期養生の違いで、内部相対湿度に影響はあるが、N の水中養生の収縮量が今回の計測期間中では同じ値になったことから、乾燥収縮量には影響が見られなかった。
- (3) 内部相対湿度と乾燥収縮量には相関関係が見られ、N と BB では勾配に差が見られた。

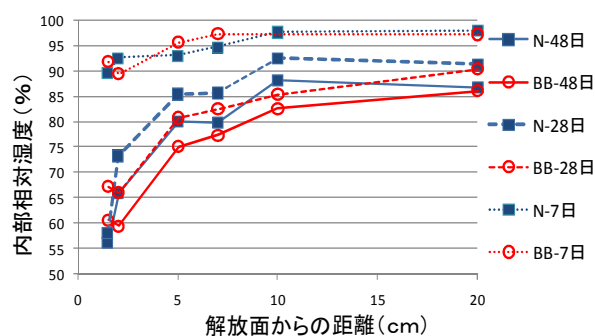


図-2 深さ方向と内部相対湿度の関係

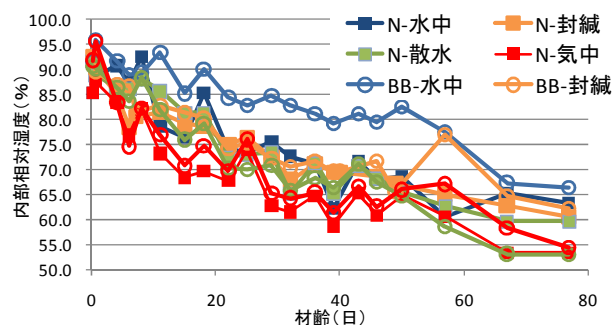


図-3 内部相対湿度の経時変化

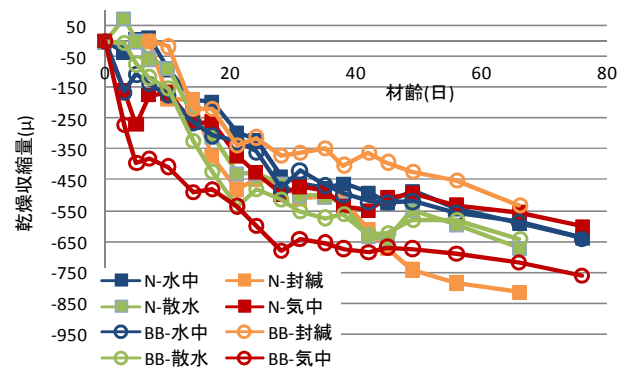


図-4 乾燥収縮量の経時変化

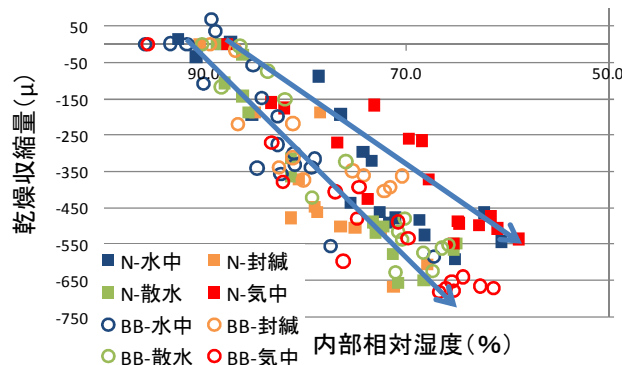


図-5 内部相対湿度と乾燥収縮量の関係

参考文献

- 1) 湯浅昇・笠井芳夫・松井勇：乾燥を受けたコンクリート表層から内部にわたる含水率、細孔構造の不均一性、日本建築学会構造系論文集、第 509 号、pp9-16、平成 10 年 7 月