

コンクリート部材内における非破壊試験測定値の分布性状

愛媛大学大学院 非会員 山田純平

愛媛大学大学院 正会員 氏家勲 愛媛大学大学院 正会員 河合慶有

1. はじめに

RC 構造物の耐久性にはかぶりコンクリートの品質が影響するが、かぶりコンクリートの品質には施工や養生条件によって変動する。従って、実構造物の原位置でかぶりコンクリートの品質を評価する必要がある。そこで本研究ではコンクリート強度及び養生方法の異なるコンクリート面部材に対して、テストハンマー試験による圧縮強度、4プローブ法による電気抵抗率およびダブルチャンパー法による透気係数を測定して、分布状況について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 供試体

本研究では、図 1 に示す面部材 (900×200×1050mm) を呼び強度 18, 27, 40 のコンクリートを用いて、各 3 体ずつ作製した。図 1 の上下方向の下向きに打設した供試体を壁供試体として 2 体作製し、900×1050mm の面を上下にして打設した供試体を版供試体とし、1 体作製した。表 1 にコンクリートの配合を示す。壁供試体 1 体と版供試体は 2 日で脱型し、28 日間シートで覆い気中養生した。壁供試体の他の 1 体は 5 日で脱型し、28 日間湿布養生を行った。供試体は呼び強度、部材と養生を組合せて、例えば、27 壁気中と呼ぶ。

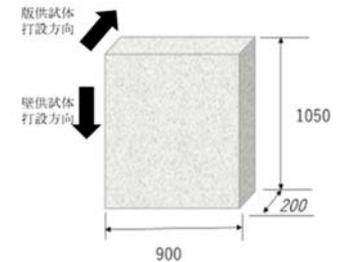


図 1 供試体概要図

表 1 コンクリートの配合

呼び強度	水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量 (kg/m ³)						
			水 W	セメント C	混和材 FA	細骨材		粗骨材 G	混和剤 WAR
						S ₁	S ₂		
18	71	52.2	167	235	30	579	374	898	3.08
27	55	48.5	167	304	20	525	341	932	3.95
40	41	45.5	177	432	20	458	294	917	5.82

(2) 試験方法

透気試験はダブルチャンパー法を用いて、高周波容量方式の含水率測定を行った後に実施した。縦は 50mm 間隔で 17 点、横は端部のみ 50mm 空けてから 100mm 間隔で 8 点測定し、供試体片面で 136 点の測定を行った。なお、壁供試体は両面で実施したが、版供試体では上面の表面仕上げ面では透気試験が実施できなかったため、底面のみを測定面とした。電気抵抗率試験はプローブ間隔 50mm で 4 プローブ法を用いて行った。測定箇所は透気試験と同じで、チャンバー内で 3 箇所測定し平均値を用いた。圧縮強度試験はインパルスハンマーを用いて行った。測定箇所は透気試験と同じで、チャンバー内で 3 箇所測定し平均値を用いた。測定は 9 月中旬～翌年 1 月中旬に実施した。本研究では非破壊試験測定値が正規分布しているかどうかを確認するために、視覚的方法として、正規確率グラフを用い、プロットが一直線上に並べば正規分布に従うと考えられる。また、統計的方法ではシャピロ・ウィルク検定を用いた。本研究では有意水準を 5% として、p 値が 0.05 より大きい場合に正規分布に従うと言える。

3. 実験結果と考察

図 2 はインパクトハンマー法による圧縮強度の正規確率プロットと P 値を示す。呼び強度 27 と 40 版気中以外は P 値が 0.05 を下回った。正規確率プロット

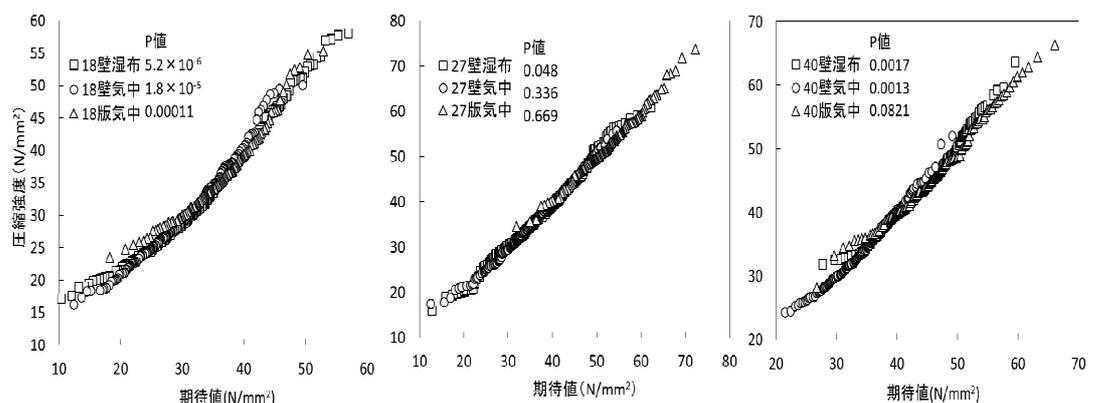


図 2 正規確率プロット (テストハンマー試験)

トでは呼び強度 18 で顕著であるが、下に凸の曲線となっており、ヒストグラムにするとピークが左に寄った分布である。

図 3 は電気抵抗率の結果を示す。

18 版気中を除いて、どの条件においても正規分布していることが確認できなかった。本実験では霧吹きを使用して供試体表面を湿潤状態にして測定を実施したが、その湿潤状態にバラつきがあ

り、それにより電気抵抗率が更にバラついたことが考えられる。

図 4 は対数を取った透気係数の正規確率プロットと P 値を示す。既往の研究において、透気係数をそのまま正規確率プロットとすると下に凸の曲線となることから、透気係数の常用対数を取った値で正規分布を確認した¹⁾。

18 壁湿布と気中、40 壁と版気中に関しては正規分布していると言えるが、その他は P 値が 0.05 を下回った。

表 2 はそれぞれの非破壊検査結果の平均値と標準偏差を示す。テストハンマーによる圧縮強度は呼び強度が大きくなると高くなる傾向はあるが、40 壁気中では呼び強度 27 を下回っている。電気抵抗率は呼び強度が大きくなると平均値と標準偏差は小さくなっている。透気係数も呼び強度が大きくなると透気係数が小さくなる傾向がある。養生方法の違いにおいて、圧縮強度では湿布が、電気抵抗では気中が、透気係数で湿布が、それぞれ大きくなる傾向はあるが、必ずしも全てがそうはなっていない。壁供試体と版供試体の違いに関しては、それぞれの非破壊検査結果で、明確な傾向は認められない。

4. まとめ

テストハンマー試験、電気抵抗率測定試験および透気試験において、約 1×1m の範囲の測定で、必ずしも測定結果が正規分布しないことや圧縮強度と対応しない結果となることが分かった。これは施工方法や養生などの影響によりバラつきが生じたためと考えられる。実構造物の品質評価を行うには、測定範囲などを明瞭にする必要がある。

参考文献 1) 氏家勲, 河合慶有, 山川莉希: コンクリートの品質評価のための表層透気係数の測定数について, 第 46 回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, pp.75-80, 2019.11

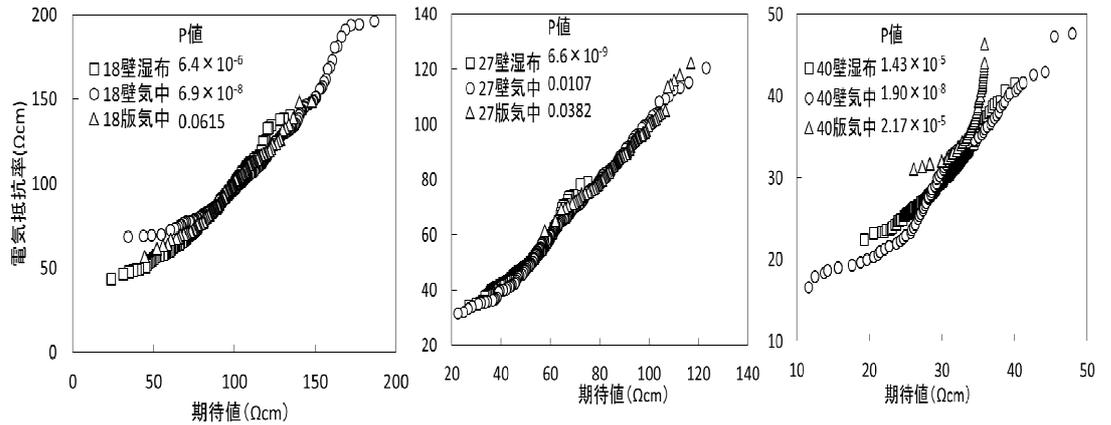


図 3 正規確率プロット (電気抵抗率試験)

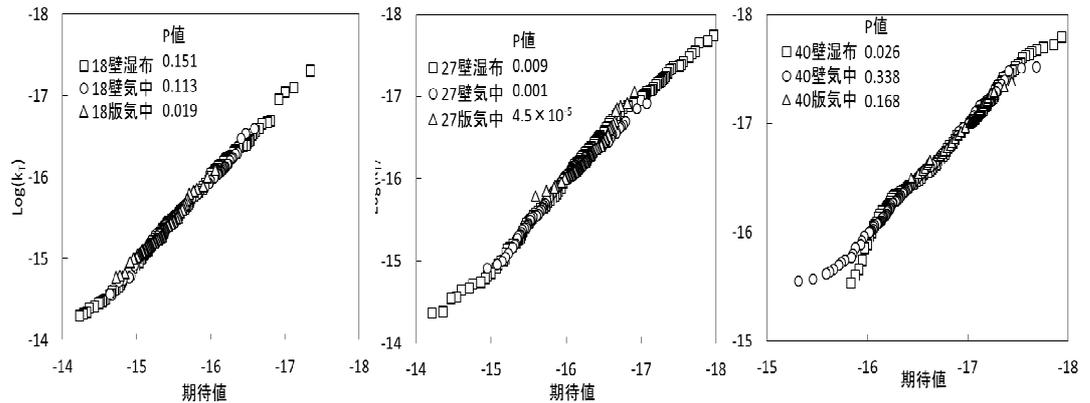


図 4 正規確率プロット (透気係数試験)

表 2 非破壊検査結果の平均値と標準偏差

呼び強度		18			27			40		
供試体		壁		版	壁		版	壁		版
養生		湿布	気中	気中	湿布	気中	気中	湿布	気中	気中
圧縮強度 (N/mm ²)	平均値	33.6	29.7	35.6	37.5	36.2	52.1	43.6	34.35	46.4
	標準偏差	9.18	6.82	6.47	8.51	8.17	7.52	5.49	5.07	7.35
電気抵抗率 (Ωcm)	平均値	82.6	110.3	96.1	50.9	67.4	87.3	29.6	27.9	35.9
	標準偏差	20.3	26.3	19.3	8.33	19.1	11.0	3.6	6.9	3.4
透気係数 (Log(k _r))	平均値	-15.5	-15.6	-15.3	-16.2	-16.0	-16.3	-16.8	-16.5	-16.9
	標準偏差	0.62	0.34	0.27	0.79	0.37	0.25	0.44	0.41	0.17