

コンクリート長期収縮量の早期予測に関する2. 3の検討

秋田工業高等専門学校 〇学員 佐々木 晴

〇 堀野 幸雄

〇 正岡 庄谷 征美

1. はじめに ; コンクリートの乾燥収縮は、周知のように配合、骨材種別などの内的要因および温湿度等の外的要因により強く影響される。また、収縮は長期間にわたって進行するもので、実際にこの値を設計等に組み入れる様な場合、適切な評価が難しい場合が多いと思われる。本研究は以上の観点から、実際に使用するコンクリートについての短期試験から、長期収縮値を推定する合理的方法を見出す目的で実施したものである。本文では、短期収縮量と1年、2年収縮量との関連性を主に述べる。なお炉中促進試験の結果については、目下検討中であるので講演時に発表した。

2. 試験概要 ; 長期収縮量、短期収縮量の関係を検討の為に使用した配合数は、総計114で、養生材令、環境湿度などを組み合わせた試験組数は総計240種であり、2年収縮量まで検討したものはその内92種となっている。なお今回の収縮促進試験には配合数は普通モルタル、コンクリート計14種、軽量モルタル、コンクリート計12種で材令3, 7日の場合について検討している。測定条件は50%, RH20°C、内一部は20°C RH66%, 79%の条件も採用した。収縮量はコンタクトゲージで測定した。測定した結果は直線およびべき剰回帰式で整理し、結果を考察した。炉中による促進試験には50, 80, 105°Cに設定した定温乾燥炉3台を用いている。

3. 結果および考察 ; (1) 7日、30日、45日および100日の収縮量 δ_7 , δ_{30} , δ_{45} , δ_{60} , および δ_{100} と1年および2年収縮量 δ_{1Y} , δ_{2Y} の関係を直線およびべき剰回帰式を用いて検討した。

表-1は試料種別、養生材令、湿度条件、水セメント比および供試体寸法などの要因ごとに分けて実測データを回帰分析したものである。ここでは δ_{30} と δ_{1Y} および δ_{100} と δ_{1Y} の関係を直線回帰式 $\delta_{1Y} = a + b\delta_{30}$ で検討した結果を示した。表中aは回帰式の接点、bは勾配、Rは相関係数、 σ は母集団標準偏差、MはNevilleの示した「Error Coefficient」と同形で推定の精度を示す指標として用いている。これは δ_{1Y} を実測の1年収縮量とし、 $\hat{\delta}_{1Y}$ を実測1年収縮量の平均値として次式で示される。 δ_{30} を推定1年収縮量として、

$$M = \sqrt{\frac{\sum (\delta_{1Y} - \hat{\delta}_{1Y})^2 / N}{\delta_{1Y} \times 100 (\%)}} \quad (1)$$

上式からわかるようにMは一種の変動係数の意味を持っていることになる。表-1について検討すると試料種別ではデータ数には問題があるが軽量コンクリートモルタルおよびペーストの順に接点aの値が増加していることがわかる。しかしペーストを除けばそれほどの差はない。また配合bはほぼ種別に関係なく一定値をとることが認められる。誤差の尺度としてのM値は若干の相異は見られるが100日程度の推定からはほとんど差がないと言っている。同様に養生材令について検

表-1

表 - 1												
試料種別	種類	材令	δ_{30}		δ_{100}		R_{30}		δ_{30}		$M_{30}(\%)$	
			δ_{100}	b_{100}	R_{100}	δ_{100}	$M_{100}(\%)$					
養生材令	普通	8	17.2	1.11	0.962	4.68	8.67					
			8.43	0.953	0.978	0.996	1.85					
			4.90	1.12	0.882	2.41	17.3					
	軽量	66	2.22	1.02	0.973	1.18	8.50					
			4.25	1.14	0.951	1.34	12.5					
			1.80	1.03	0.981	0.833	7.75					
	普通	144	2.43	1.21	0.929	1.41	13.7					
			1.52	1.01	0.988	0.623	6.16					
			3.91	1.11	0.917	1.55	15.4					
	養生材令	3日	44	1.54	1.05	0.978	0.80	8.00				
				4.05	1.18	0.930	1.89	15.1				
				1.41	1.07	0.985	0.88	7.10				
養生材令	7日	132	4.13	1.18	0.920	1.59	14.3					
			1.55	1.07	0.980	0.80	7.20					
			50%	1.45	1.54	0.950	1.46	9.14				
湿度条件	20%	18	0.172	1.11	0.992	0.589	3.68					
			2.33	2.02	0.959	1.91	19.8					
			-0.959	1.63	0.940	0.788	8.18					
	66%	20%	18	0.235	2.18	0.811	0.875	12.9				
				-0.0529	1.40	0.952	0.457	6.71				
				3.95	1.18	0.934	0.490	4.80				
	79%	20%	17	1.52	1.07	0.983	0.500	4.90				
				4.27	1.17	0.853	1.490	15.1				
				2.15	1.02	0.947	0.920	9.30				
	水セメント比	40~50	73	4.47	1.13	0.949	1.810	12.8				
				1.61	1.05	0.988	0.910	6.40				
				4.12	1.08	0.890	2.00	18.0				
50~60		38	1.93	1.00	0.992	1.03	9.30					
			1.70	1.49	0.881	2.61	20.9					
			0.33	1.18	0.980	1.11	8.90					
60~70		21	3.17	1.22	0.941	2.08	15.5					
			1.39	1.06	0.987	1.01	7.50					
			3.20	1.41	0.990	1.32	13.2					
供試体寸法		100mmφ	18	0.91	1.14	0.954	0.66	6.50				

討してみたところ、ほとんど差がない結果となった。温度条件別では多少の差が生じており、特に推定する材令が若い場合には高温の場合に推定の精度が悪くなることがわかった。しかしこれらの a, b 値の傾向から判断して同一とみて差しつかえないと思われる。次に水セメント比別では、これを $\%$ が30%以下、30~40%、40~50%、50~60%、60%以上の5種類に分けて検討した。推定の精度は水セメント比が大きくなるにつれて大きくなるようであるが a, b 値を検討すれば60%から以上の場合を除けば、ほぼ同様の取り扱いができることがわかった。伏試体寸法別では $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ および $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の2つに分けて検討した。両者の間には多少の相異はあるがこれらを同一として考えられた。以上より各要因ごとに多少の相異はあってもこれをすべて統一した形で一本の式でまとめることは許されるものと思われる。図-1、2、3は以上よりペーストを除く全データを用いて1年収縮量と対応させ、回帰させた結果を示した。これより推定する日数が長ければ長いほど精度が上昇することがわかった。又図4、5は同様に2年収縮量との関係を示したものである。図-6は以上の様にして求めた全データによる回帰式からの M 値を推定日数に対応させてプロットしたものである。これによるほぼ片対数級上で直線関係を示していることがわかった。Nevilleらは推定精度として M が5%程度が限度であらうと述べていることから、これを級上で追うと35~50日間に推定日数が求まることになる。1年および2年収縮量を推定するには2ヵ月程度の収縮が必要であらうと思われる。又精度はいく分直線回帰の場合に向上しているようであり、又推定収縮量が 1×10^{-4} 程度より小さい場合にはべき回帰の方が良いと思われる。

(2) 長期収縮量の推定に併行して、定温乾燥炉を用いて収縮促進試験を実施した。温度条件および乾燥日数とを普通モルタル、コンクリートおよび軽量モルタル、コンクリートの2つの場合について検討し、前者については4年程度同様50°C1日-80°C1日-105°C持続を検討の対象とし、後者については50°C2日-80°C持続を検討の対象とした。現在実験段階にあり、データの蓄積を待つ報告の予定である。筆者らの一試案としては、収縮促進試験から得られた収縮特製値と100日収縮量との関係を求めさらに100日収縮量から先の回帰式を用いて長期収縮を推定することが、今のところ最も合理的な方法と考えられる。

