

V-175 コンクリートの長さ変化と気象作用の相関性に関する基礎研究

秋田工業高等専門学校 の正員 庄谷征美
正員 米谷 裕

1. まえがき

屋外に置かれたコンクリート構造物の多くは、連日、風雨、日射等の直接の気象作用により、乾燥収縮、加温冷却の複合した影響を受け、短期および長期の不規則なサイクルの長さ変化履歴を受けていると考えられる。長さ変化は、温度伸縮、乾燥収縮さらにはフリープの複合した形で発現するのが一般であろうが、この変化特性と気象要因との関連を探るとは、初応力源としての観点から重要と思われる。本研究は、長さ変化の予測手法の確立を最終目的として、その第一段階として3種の異なる暴露条件下に置かれたコンクリートの長さ変化を連日測定し、みかけ成分と温度補正成分(乾燥収縮)に分けてその変化特性を検討し、暴露条件の違いによる影響およびそれらの内的因子との関連性について調べ、さらに気象因子との相関分析を通して気象作用の及ぼす影響についての基礎的考察を行った。なお、解析には本年2月末日までのデータを使用した。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートは、普通ポルトランドセメント、比重2.53の英砂および最大寸法25mm、比重2.57の川砂利と使用したレデーミクストコンクリートである。表-1に示すように、水セメント比55%と一定のスランプ8および15cmの2種の配合を使用し、それぞれシリーズIおよびIIとした。表中には、 α および熱膨張係数 α 、熱収縮率 β および100日乾燥収縮 S_{100} (R.H.50%, 20℃)の実測値も併記した。コンクリートの打設は、シリーズIでは7月4日、シリーズIIでは9月12日に実施した。室内で湿度養生後、暴露地点で1日湿布養生し、検査7日より暴露を開始した。表-2は、実験目的、暴露状態を示したもので、A条件は、屋外直接暴露(本学科平床実験室の屋上)、B条件は同場所における通風箱内暴露、C条件は実験室内暴露と表わしている。長さ変化はコンクリート用埋込ゲージ(KM-120および一部KM-30)により測定したが、ゲージ部の防湿および結線部、リード線の保護に充分な留意として、長期安定性を保持に注意を払った。供試体数同一条件に対して1〜3本とした。測定時刻は長さ変化については午前10時30〜40分、および午後3時50分〜4時の1日2回とし、重量変化および動弾性係数については午後3時頃

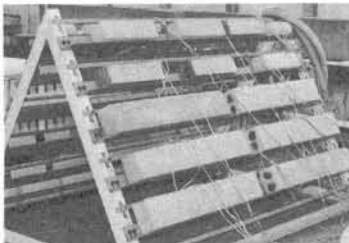
表-1: 用いたコンクリートの配合

項目	W/C (%)	air量 (%)	SL (cm)	単位量 (g/m ³)				α (1/°C) $\times 10^{-6}$	β (1/°C) $\times 10^{-4}$	S_{100} (1/10 ³)
				W	C	S	G			
実験シリーズI	55	4.0	8	150	273	725	1109	0.683	292	8.56
実験シリーズII	55	5.0	15	164	299	703	1075	0.748	256	8.21

表-2: 実験目的および暴露条件

供試体形状 および 目的	暴露条件	
	シリーズI	シリーズII
$\phi 15 \times 30$ cm 重量測定(連日)	A	
$\phi 10 \times 20$ cm 重量・動弾性係数(連日、力学的性質[強度・弾性係数・変形率]の測定期間中)	A, B, C	A, B, C
4×4×16cm (セグ)	A, C	
$\phi 10 \times 20$ cm (セグ)	A, B	
10×10×40cm 全面、二面(ゲージ埋込部セグ)	A, B, C	
10×10×40cm 全面、一面(ゲージ埋込部セグ)		A, C
15×10×40cm D13×2 RC (セグ)	A, B	
15×10×40cm D19×2 RC (セグ)	A, B	A, B, C
15×10×40cm D19×2 RC (セグ)の鉄筋位置	A, B, C	
15×10×40cm 鉄筋を71+セグ(溝の中心)	A, B	
15×10×40cm 鉄筋を71+セグ(溝の中心)の溝	A, C	
T形(長=60cm, フランジ幅=32cm, 高さ=32cm, 厚さ=8cm), (71+セグの中心部)	B	A, B, C

で1日1回の測定と連日実施した。力学の性質も各暴露条件ごとに所定期間ごとの測定を行った。解析に用いた気象データは気象台観測値とし、写真-1: A条件下の暴露状態、温度補正には実測温度を用いた。



3. 結果および考察

(1) 各暴露状態におけるみかけ歪 S_a の大きさはC条件>B条件>A条件の順となり、二月末日の結果ではシリーズIでCはAの約3〜3.5倍とあった。温度補正歪 S_s の最大値(収縮側と正とする)と暴露面積・体積比 S_v の関係を図-1に示したが、 $S_s = a(S_v)^b$ の関係が成立しbは平均0.45程度と上と相当下回りの傾向にある。暴露条件の違いはa値

に強く現われるものと予想される。図-2
は、シリーズII A条件下、 $10 \times 15 \times 90 \text{ cm}$
深の中央断面における S_a の分布を示したも
ので、全般に表面部は気象に敏感であるこ
と、さらには表面部と内部の歪差が 130×10^{-6}
程度以上にも達する場合がある事が認めら
れ、直接暴露下においても目いすみによ
る応力が無視できないことを示している。

(2) 各条件下の重量変化 $W'(\%)$ と $10 \times 20 \text{ cm}$ 供試体
について測定した所、B、C条件に比べてA条件
の日変化が大きいことが知られて、これから結果と 10
 $\times 10 \times 40 \text{ cm}$ の S_s との関係と求めた所、次のようにな
った。A条件： $S_s = -177 + 122 W' (R=0.510) \text{ -(1)}$ 、
B条件： $S_s = -206 + 210 W' (R=0.810) \text{ -(2)}$ 、C条件：
 $S_s = -261 + 219 W' (R=0.899) \text{ -(3)}$

(3) 図-3にAおよびB条件下における S_a 、 S_s の経日
的变化と代表的気象の変化の関係の一例を示した。
これより、A条件下の S_a の大きな変動は降水量に、
小さな変動は気温に対応し、全体的には湿度に影響
されるように思われる。 S_s は冬季膨張側へ向ってい
る点に注目され、積雪の影響が大きいことが伺える。
B条件は全般に湿度の影響が強いように思われる。
次に表-3に秋田における $S_{56.7\%} \sim S_{57.7\%}$ ま
での気象因子間の相関行列を示した。これより、蒸気
圧と日照時間とを主として7気象因子を選んで、 S_a お
よび S_s の当日-前日の差(ΔS_a , ΔS_s)と気象間の相関
を求めた例を表-4に示した。暴露条件によって少
少異なるが、 ΔS_a には当日-前日の気温差が支配的
といえ、当日湿度の影響もみられる。 ΔS_s には支配的
な因子はみられないが、当日降水量、当日日射量、
当日雲量、当日湿度等との関連が認められる。気象
間の相互作用や季節的特性も当然関連するはずなの
で、今後はデータを蓄積しさらに検討と深めたい。

($S_{56.7\%} \sim S_{57.7\%}$)

気象間相関行列-表-3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
気温	湿度	降水量	気圧	日射量	風速	蒸気圧	日照時間	雲量
1.0	.198	.122	-.397	.640	-.307	.959	.439	-.394
	1.0	.462	-.184	-.086	-.340	.365	-.234	.135
		1.0	-.258	-.331	.044	.205	-.384	.262
			1.0	-.091	-.177	-.427	.068	-.079
				1.0	-.365	.586	.892	-.695
					1.0	-.335	-.309	.312
						1.0	.338	-.285
							1.0	-.783
								1.0

0.5%有為なもの
気温-蒸気圧 0.959
日射-日照時間 0.892
最も有為なもの
降水量-風速 0.044

$\alpha = 5\%$ で有為
**1%で有為

図-1: $S_s \text{ max}$ と S/V の関係

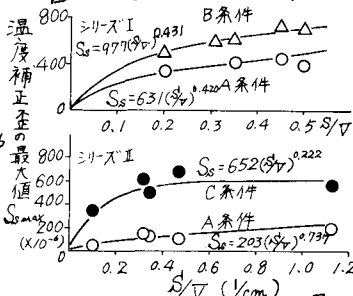


図-2: 断面内歪分布の実測例

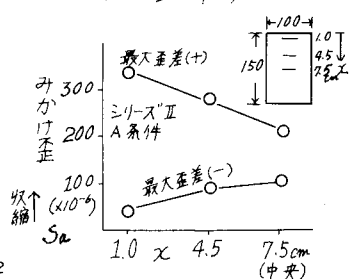


図-3: 気象因子と S_a , S_s の関係

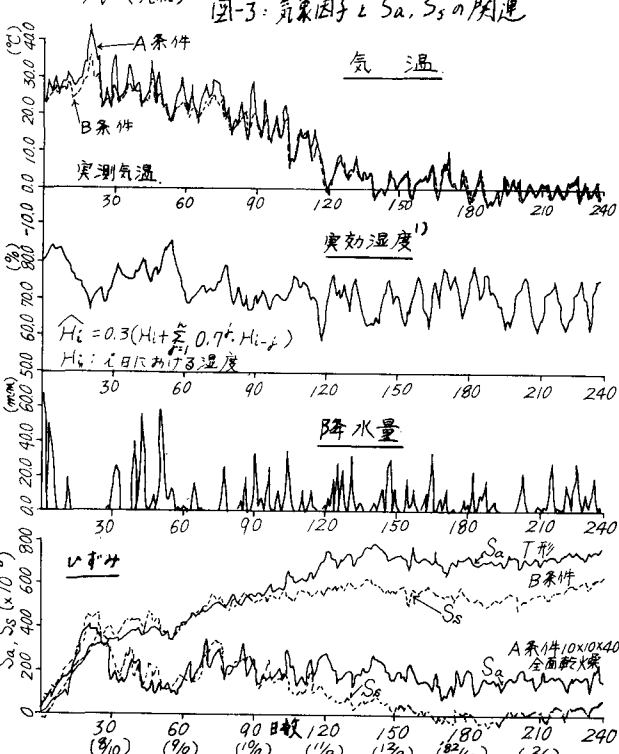


表-4: ΔS_a , ΔS_s と気象間の相関表

条件	気象	気温	湿度	降水量	気圧	日射量	風速	雲量
A 10 x 10 条件	1	.0232	-.144*	-.129*	-.013	.013	.104	-.004
	2	.112	-.082	-.137*	.023	.276**	-.161*	-.304**
	3	.072	-.002	-.071	.108	.116	-.186**	.177**
A 10 x 40 cm 条件	1-2	-.410**	-.052	.011	-.041	-.316**	.234**	.240**
	2-3	.179**	-.074	-.058	-.099	-.199**	.024	-.129
	1-3	.102	-.273**	-.145*	-.074	.149*	.158*	-.081
B T 条件	1	.220**	-.087	-.066	-.214**	.160*	.086	-.090
	2	.190**	.131*	.067	-.039	.121	-.257**	-.205*
	3	-.569**	-.166*	.067	.165*	.012	.060	.007
A 10 条件	1-2	-.138*	-.193**	-.103	-.205**	.047	.306**	.109
	2-3	.033	-.180**	-.345*	.187**	.287**	-.084	-.276*
	1-3	.022	-.034	-.111	.092	.207**	-.120	-.210*
B 40 cm 条件	1	.021	-.043	-.023	-.030	-.029	.016	.075
	2	.023	-.136*	-.197*	.112	.100	.037	.068
	3	.019	-.064	-.055	.143*	.283**	-.045	-.278*
B T 条件	1-2	.120	-.231**	-.330**	.144*	.362**	-.074	-.260**
	2-3	.056	-.078	-.081	-.035	.133*	.169**	-.070
	1-3	.083	.144*	.108	-.149**	-.009	.008	-.092
A 10 x 10 x 40 全面暴露 条件	1-2	.250**	-.150*	.228**	.213**	.283**	-.205**	-.190**
	2-3	.104	-.188**	.124	.191**	.166*	.134*	-.153*
	1-3	.104	-.188**	.124	.191**	.166*	.134*	-.153*

Δ1: 当日気象 2: 前日値 3: 前々日値 1-2: 当日-前日差
2-3: 前日-前々日差 *α=5%で有為 **1%で有為 16:00以降値。
参考文献 1) 松本他: 第35回土木学会年講演部, PP243~244