

福岡大学工学部 正員 〇大和竹史
 江本幸雄
 赤田政司

1. まえがき

戸外に暴露されたコンクリート試験体の経年変化を長年月にわたって測定した研究例は九州においては数少ない状況である。南国・九州といえども地域によっては冬期にコンクリートが凍結、融解する機会がかなりあることに注意しなければならない。コンクリートの凍結融解抵抗性は気象条件、使用材料、配合等によって大きい影響を受けることが従来より認められている。本研究では気象条件としては冬期に比較的緩慢な凍結融解作用を受ける大分県日田郡下笠ダムにおいて、コンクリートの使用材料、配合および試験体の暴露条件を変えて暴露実験を行っている。暴露後11冬を経過した段階での結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリートの種類 セメントはおもに普通ポルトランドセメント、N(比重3.16)を使用した。この他に早強ポルトランドセメント、S(比重3.13)、フライアッシュセメントB種、F(比重2.93)、高炉セメントB種、K(比重3.03)を使用した。細骨材としておもに福岡市志賀産の海砂(比重2.59, 吸水率1.83%)を使用した。粗骨材にはおもに角閃石砕石(比重2.95, 吸水率0.97%)を使用し、この他に造粒型人工軽骨、NL(比重1.34, 吸水率2.53%), 非造粒型人工軽骨、SL(比重1.41, 吸水率1.12%), 玄武岩、BA(比重2.73, 吸水率0.68%), 安山岩、AN(比重2.78, 吸水率0.43%), 石灰石、LI(比重2.69, 吸水率0.44%), 蛇紋岩、SE(比重3.06, 吸水率0.78%)の6種類を用いた。減水剤として4種、AE剤として3種の混和剤を用いた。暴露試験と室内促進試験におけるコンクリートの配合は同じもので表-1に示す。配合総数は52で8シリーズにまとめられる。シリーズIは各種セメントコンクリート、シリーズIIは各種普通粗骨材のプレーンおよびAEコンクリート、シリーズIIIは各種タイプの減水剤とAE剤を用いたコンクリート、シリーズIVは空気量の異なるコンクリート、シリーズVは粗骨材の最大寸法と水セメント比が異なるコンクリート、シリーズVIは人工軽量骨材コンクリート、シリーズVIIはフライアッシュコンクリート、シリーズVIIIは建築用コンクリート、プレストレストコンクリート用コンクリート、研砂コンクリート、舗装コンクリートならびにダムコンクリートの耐久性を検討するのが目的である。

2.2 実験方法 室内における凍結融解試験はASTM-C666の水中凍結融解試験方法に準じて行なった。凍結最低温度は -18°C 、融解最高温度は $+4.5^{\circ}\text{C}$ である。供試体は $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱で、材令28日まで 20°C の水中で養生してから凍結融解試験を開始した。

暴露試験は大分県下笠ダムの上流地点とスラストブロック上の水槽中と大気中に $\phi 15 \times 30 \text{ cm}$ の試験体を設置して行っている。試験体の設置は昭和46年11月末でコンクリートの材令は約40日である。測定項目は試験体の径、高さ、重量および

表-1 コンクリートの配合

シリーズ	種別	スランパ (cm)	空気量 (%)	セメント (%)	セメント 量(kg)	シリーズ	種別	スランパ (cm)	空気量 (%)	セメント (%)	セメント 量(kg)
I	N	5.5	4±1	46	350	V	2045	8.0	4±1	45	350
	S	9.5	〃	46	350		2053	9.0	〃	53	300
	F	7.0	〃	43	350		2062	10.5	〃	62	275
	K	7.5	〃	45	350		2070	15.0	〃	70	250
II	BA	8.0	4±1	45	340	VI	4045	8.5	〃	45	340
	AN	9.0	〃	45	340		4053	15.0	〃	53	300
	LI	11.0	〃	45	340		4062	14.5	〃	62	270
	SE	8.0	〃	45	340		4070	17.5	〃	70	240
	BAN	7.5	1±0.5	49	340		8045	11.5	〃	45	305
	ANN	10.5	〃	49	340		8053	16.0	〃	53	260
	LTN	12.0	〃	49	340		8062	4.0	〃	62	215
	SEN	8.0	〃	49	340		8070	4.5	〃	70	190
III	AES	7.0	4±1	49	350	VII	NLO	20.0	4±1	55	350
	AET	7.0	〃	47	350		NLS1	19.0	〃	44	350
	AEV	7.5	〃	49	350		NLS3	9.5	〃	44	350
	WRS	11.0	〃	49	350		SLO	25.0	〃	58	350
	WRT	4.5	〃	49	350		SLO1	15.0	〃	44	350
	WRM	8.5	〃	49	350		SLO3	8.5	〃	44	350
	WRP	10.5	〃	49	350		FC15	7.0	2±0.5	45	358
IV	A-0	8.5	0.5 1.0	53	350	VIII	FC30	8.5	〃	45	358
	A-2	8.0	2±0.5	53	350		FC45	6.5	〃	45	358
	A-3	12.5	3±1	53	350		KN	21.0	4±1	75	279
	A-4	9.5	4±1	53	325	VIII	PS	1.0	2±0.5	36	455
	A-6	13.5	6±1	53	325		CR	1.0	4±1	45	350
	A-8	15.0	8±1	53	300		PV	0	1±0.5	47	293
	A-10	14.5	10±1.5	53	300		DM	4.5	4±1	70	190

動弾性係数である。測定は毎年春に行っており、日最高・日最低気温、降雨記録および下笠ダム水位は建設省九地建松原下笠ダム管理所の記録を参考にした。

3. 実験結果および考察

上流地点に設置した試験体は貯水位の記録によると1年のうち約半分は水につかっているのですが、ダムコンクリート表面(底部)部に類似している。スラストブロック上の空中における試験体は11月下旬から3月中旬にかけて約65回の緩慢な凍結融解作用を受けている。温度は $-2.5 \sim 7.0^{\circ}\text{C}$ 程度の凍結温度および融解温度である。水槽中の試験体の中心温度は気温が -5.5°C に降下した場合でも $+3.5^{\circ}\text{C}$ であることが実測されている。

表-2に凍結融解試験結果を示す。この試験では空気泡を連行すると凍結融解抵抗性を増大させること、粗骨材(特に普通と軽骨で)間に凍結融解抵抗性の相違がかなりあること、人工軽骨では飽和度の小さい方が凍結融解抵抗性がかなり改善されることなどが確認された。

暴露試験供試体の動弾性係数の経年変化を図-1と図-2に示す。図-1および図-2のスラストブロック上の実験結果より認められる事項を以下に列記する。(1) 水中と空中での実験結果に大きな相違は認められない。(2) セメントの種類によってやや経年変化が相違しており早強ポルトがやや低い値を示している。(3) プレーンコンクリートでも十分な耐久性を示している。(4) 粗骨材に石灰石(LI)を用いたコンクリート試験体の動弾性係数低下が他と比較してかなり大きい。(5) 水セメント比が70%、単位セメント量が 270kg の食配合角閃石コンクリートでも11年経過後で約110%の動弾性係数百分率を示し十分な耐久性が認められる。(6) 人工軽骨コンクリートは11年経過後も約100%の動弾性係数百分率を有し十分な耐久性を示している。

4. あとがき

本研究に当っては福岡大学 塚原宏教授、建設省九地建下笠松原ダム管理所の皆様にも多大の労をおかけ致しました。また、毎年測定していただいた福岡大学コンクリート実験室の皆様にも謝意の意を付記します。本研究は昭和46年度に土木学会吉田奨励金を筆者の一人が頂いたものをまとめたものである。

参考文献

1. 大和竹史: コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性-室内促進試験と戶外暴露試験-, 福岡大学学報第1号, 2. 大和竹史: 暴露した各種コンクリートの経年変化, 福岡大学学報第21号。

表-2 凍結融解試験結果

シリーズ	種別	耐久性指数RF(%)
I	N	87
	S	88
	F	86
	K	82
II	BA	90
	AN	91
	LI	85
	SE	90
III	AES	85
	AET	89
	AEV	87
	WRS	81
	WRT	87
	WRM	80
	WRP	83
	WRP	83
IV	A-0	38
	A-3	89
	A-4	88
	A-6	91
	A-10	92
	A-10	92
V	2045	86
	2053	86
	2062	84
	2070	82
	2070	82
VI	NLO	85
	NLS1	46
	NLS3	62
	SLO	-
	SLS1	17
	SLS3	17
VII	FC0	89
	FC15	88
	FC30	88
	FC45	87
VIII	KN	87
	PS	87
	PV	87
	CR	87

動弾性係数百分率(%)

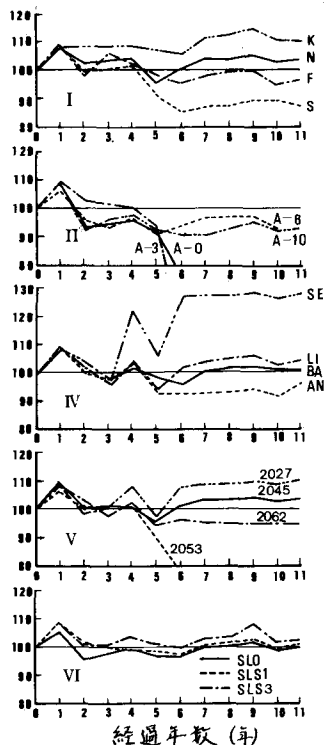


図-1 スラストブロック空中における試験体の動弾性係数百分率

動弾性係数百分率(%)

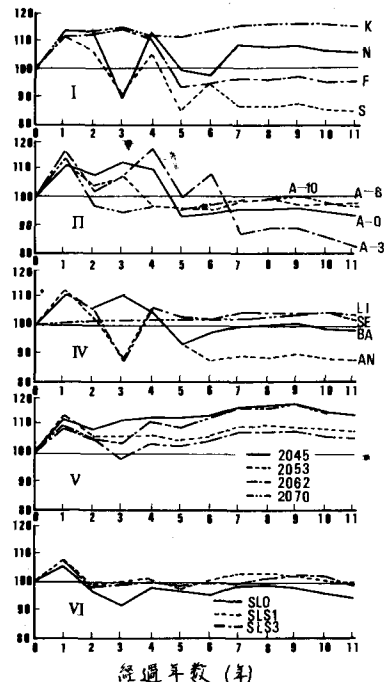


図-2 スラストブロック水中における試験体の動弾性係数百分率