

九州大学 工学部

正員 松下 博通

九州大学 工学部

学生員 近田 孝夫

九州大学 工学部

学生員 ○藤原 孝三

まえがき

近年、海洋および河川において水中コンクリート構造物が増加してきているが、水中でのコンクリートの諸性は空気中におけるコンクリートのそれと全く同じに考えることはできない。また、水中におけるコンクリートの力学的諸性質に関する研究はまだあまり多く見うけられず、水中におけるコンクリートの諸性質の研究がその必要を増している。そこで筆者らは、水中における硬化コンクリートの力学的性状のうち、圧縮疲労性状に着目し、水中圧縮疲労試験を試みた。

これまで、コンクリートの圧縮疲労性状に関する報告はかなり見うけられるが、水中における圧縮疲労試験についての報告はやはりほとんど見うけられない。本報告は、水中と空気中でのコンクリートの疲労性状を比較するため、従来筆者らが行った疲労試験方法を、水中での疲労試験に適用して、水中における圧縮疲労寿命、 $S-N$ 曲線、および、繰返し荷重下の変形性状などと調べたものである。

実験方法

静的圧縮強度試験および疲労試験に用いた供試体、いずれも $\phi 7.5 \times 15 \text{ cm}$ の円柱供試体である。使用材料のうちセメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.18）、粗骨材は角閃岩砕石（比重 2.93）、細骨材は海砂（比重 2.55）である。コンクリートの配合を表-1 に示す。試験供試体は、セメントペーストによるキャッピングを施した後、室温 $21 \pm 3^\circ \text{C}$ 、湿度 95% 以上の標準養生室で湿空養生し、実験開始の少なくとも 10 日前には標準養生室内の水中に入れた。

水中における供試体の載荷方法は、側面がアクリル板、底が鋼板でできた容器に水を満たし、この中で載荷を行った。疲労試験に使用した疲労試験機の繰返し荷重は、正弦変化荷重であり、載荷速度は 300 回/分で試験を行った。水中疲労試験装置を写真-1 に示す。

まず、疲労試験開始時に、空気中および水中で静的圧縮強度試験を行った。次に、水中での静的圧縮強度の平均値を基準として、繰返し応力比は最小応力比を 10% と固定し、最大応力比を、70、67.5、65、62.5、60、57.5、55、52.5、50、47.5% の 10 通りとさため、それぞれの繰返し応力を載荷し、その時の疲労寿命を測定した。

実験結果および考察

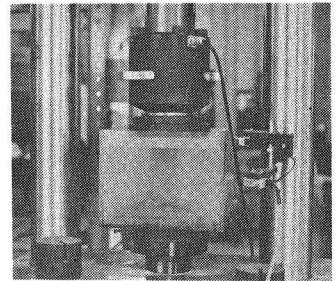
1) 静的圧縮強度

表-2 に水中での、表-3 に空気中での静的圧縮強度試験の結果をまとめて示す。この結果より、水中での圧縮強度は空気中でのその 77.5% と大きく低下してい

w/c	S/a	単 位 量			
		W	C	S	G
70 %	44 %	180	257	832	1218

表 - 1

写真-1



水中静的圧縮試験			空気中での静的圧縮試験		
No	破壊荷重(t)	圧縮強度(t/cm ²)	No	破壊荷重(t)	圧縮強度(t/cm ²)
1	8.766	198	1	12.42	281.1
2	9.005	204	2	10.76	243.5
3	9.522	215	3	11.80	267.1
4	9.543	216	4	12.11	274.1
5	9.212	208	5	11.80	267.1
6	8.849	200	6	12.01	271.8
7	9.077	205	7	11.39	257.8
8	9.698	220	8	12.42	268.1
9	9.010	204	平均	11.84	268.2
10	8.616	195	標準偏差		11.8
11	9.594	217			
平均	9.180	207			
標準偏差 8.0					

表-2

表-3

ることが認められる。この低下の原因の1つとして次のようなことが考えられる。空気中ではコンクリート供試体中の空隙は空気であるが、水中においてはその空隙が水で満たされている。空気は圧縮性であるが、水はほとんど非圧縮性である。水中における静的破壊試験の場合、荷重によるコンクリート供試体の弾性変形により空隙内に大きな水圧が生じ、この水圧が水中での圧縮強度の低下の原因の1つと考えられる。

ii) 疲労試験

水中での圧縮疲労試験の結果をまとめて表-3に示す。各繰返し応力比に対して2本の測定値であるが、その平均値を用いて、最大応力比と疲労寿命の関係を求めたのが図-1である。疲労寿命の測定値を全てプロットして、最小二乗法によりS-N曲線の回帰直線を求めた。同時に破線で示したのは、筆者らがこれまでに報告した空気中でのS-N曲線式より求めたものである。その式を下に示す。

$$\log \bar{N} = 17.5 \frac{1 - \sigma_r}{1 - \sigma_{sr}}$$

2本のS-N曲線を比較してみるとよくわかる通り、水中での圧縮疲労強度は空気中のそれに比べてかなり低下しており、一般によく考えられる $N=200$ 万回における疲労限度は、空気中の場合には約67%であるのに対し、水中では約48%まで低下している。また空気中での静的圧縮強度を100として、繰返し応力比を換算し直してS-N曲線を求めると図-2に示されるようになった。この場合には、水中での疲労強度はさらに低下し、200万回の疲労限度は約38%とび、た。

以上の結果より、いずれの場合にも水中での圧縮疲労強度は、空気中のそれに比べて大きく低下し、空気中では疲労限度以下とみなされる低応力の繰返しに対しても疲労破壊する危険性があり、疲労強度に対して十分な安全性の検討が必要である。

なお、水中における繰返し荷重下の変形性状については、現在実験途中であり、満足のうちに述べる。

応力比(%)	N (回)	log N	平均	σ_r (kg/cm ²)	σ_r/σ_s (%)
10~70	740	2.869	2.793	144.8	54.04
	520	2.716			
10~67.5	10,070	4.003	3.717	140.1	52.29
	2,700	3.431			
10~65	7,350	3.866	3.943	133.4	50.18
	10,660	4.028			
10~62.5	15,530	4.191	4.039	130.1	48.56
	7,710	3.887			
10~60	42,300	4.626	4.618	124.1	46.32
	40,660	4.609			
10~57.5	233,000	5.367	5.335	120.1	45.06
	200,800	5.303			
10~55	126,200	5.101	5.046	113.8	42.45
	97,800	4.990			
10~52.5	286,000	5.456	5.336	110.0	41.08
	189,000	5.276			
10~50	2,000,000	6.301	6.301	103.4	38.60
	2,000,000	6.301			
10~47.5	2,000,000	6.301	6.301	100.0	37.35
	2,000,000	6.301			

表-3

