

V-150 繰返し荷重型がソイルセメントの圧縮疲労におよぼす影響

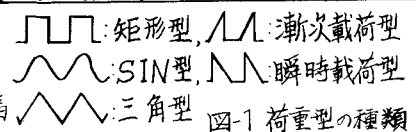
金沢大学工学部 正員 川村 満紀
同 上 正員 加場 重正

1. まえがき 繰返し荷重によるソイルセメントの疲労寿命は供試体にあたる荷重の型、すなわち応力-時間関係によって異なると考えられる。従来の研究においては、疲労試験機の構造より応力-時間関係が決まってくるが多く、必ずしも舗装中のソイルセメントが受ける応力-時間関係を忠実にシミュレートした荷重型が使用されてはいないようである。また、実際には路面の凹凸によって衝撃をともなう繰返し荷重を受けることも考慮されねばならない。本研究は円柱供試体にあたる圧縮繰返し荷重-時間関係の相違がソイルセメントの疲労寿命におよぼす影響について実験的検討を加えたものである。

2. 実験概要 本実験において使用した砂質土および粘性土の物理的性質は表-1に示す通りである。疲労試験用供試体は碎石を混入したソイルセメントによって作成されたものである。使用碎石の最大寸法は15mmであり、15mm~10mm, 10mm~5mm, 5mm~1mmの各粒度範囲の碎石を所定の粒度分布となるように混合した。必要セメント量は実験的に得られたセメント量-7日材令強度の関係より目標7日強度が30% σ_{cm2} となるように決定した。供試体は直径7.5cm, 高さ15cmの円柱であり、最適含水比において最大乾燥密度となるようにランマーによって締固めたものである。本実験において使用した疲労試験機はサーボハイドラウリック(銚津社製)であり、供試体にあたる繰返し荷重の荷重-時間関係は5種類である(図-1)。また、載荷速度は毎秒1サイクルである。

表-1 使用土の物理的性質

	粘性土	砂質土Ⅰ	砂質土Ⅱ
砂分(%)	27.4	76.5	88.9
シルト分(%)	44.6	17.5	6.8
粘土分(%)	28.0	6.0	3.7
L.L(%)	59.8	—	—
P.L(%)	34.7	—	—
P.I	25.1	—	—
最適含水比(%)	32.5	22.0	11.0
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.294	1.550	1.975
比重	2.741	2.677	2.602



3. 実験結果と考察

(1) 各繰返し荷重型がS-N曲線におよぼす影響

下限応力比(圧縮強度に対する比率)が0.1のときの応力振幅(5)と繰返し回数(N)の関係を示すと図-2および図-3のようになる。

また、これらの図より求まる各荷重型に対するS-N曲線の勾配および耐久限度を表-2に示す。図-2および図-3に示される各応力振幅に対する疲労寿命は8個の実験値を統計的に処理することによって得た平均破壊回数である。またここで耐久限度は2万回までに破壊しなかったときの上限応力比のことである。図-2, 図-3および表-2より砂質土のソイルセメントにおいては矩形型(□)および瞬時載荷型(×)の耐久限度はSIN, 三角型および漸次載荷型(△)よりも2.5~5%程度低下し、粘性土においては矩形型および瞬時載荷型は三角型および漸次載荷型より2.5~7.5%低い耐久限度を示した。すなわち、荷重型の違いによる耐久限度の大小関係は、粘性土では $\Delta \approx \triangle > SIN > \square \approx \times$, 砂質土では $\Delta \approx \triangle > SIN \approx \times > \square$ のようになる。荷重型が疲労寿命におよぼす影響を明らかにするために応力振幅の σ に対する疲労寿命をS-N

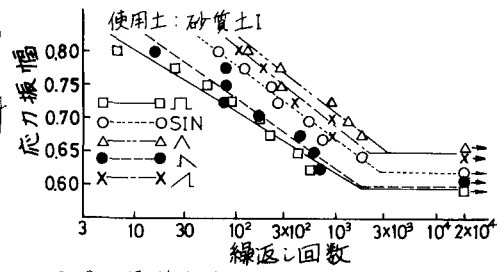


図-2 各荷重型のS-N曲線

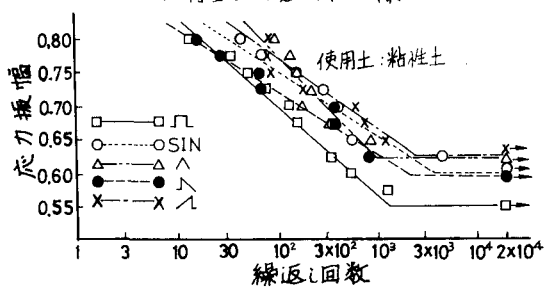


図-3 各荷重型のS-N曲線

曲線より求めると表-3のようになる。表-3より粘性土においては $\Delta > SIN > \Lambda > \cap > \sqcap$ の順序で、また、砂質土においては $\cap > \Lambda > SIN > \Delta > \sqcap$ の順に疲労寿命が長くなっていることがわかる。図-2および図-3より明らかなように、砂質土の各荷重型のS-N曲線はたがいにはほぼ平行であり、粘性土では $\sqcap$ と Δ の勾配が他のものと異なっている。したがって粘性土においては応力振幅のとり方によっては多少疲労寿命の大小関係の順序は変るが、全体としていずれの土においても瞬時荷型($\cap, \sqcap$)は漸次荷型(SIN, Δ, Λ)よりも疲労寿命が短いといえるようである。

表-2 各荷重型に対するS-N曲線の勾配および耐久限度

		SIN	Δ	$\sqcap$	$\cap$	Λ
砂質土	耐久限度	0.725	0.75	0.70	0.70	0.75
	勾配	0.11	0.10	0.09	0.11	0.12
粘性土	耐久限度	0.70	0.725	0.65	0.70	0.725
	勾配	0.09	0.15	0.13	0.09	0.11

(2) 荷重型と弾性係数の関係

各種荷重型に対する粘性土供試体の応力振幅0.75に対する弾性係数の繰返し回数にともなう変化状況を示すと図-4のようである。各荷重型は $SIN > \Delta > \Lambda > \cap > \sqcap$ の順に大きな弾性係数を示している。この弾性係数にみられる大小関係の順序は表-3に示される疲労寿命の順序とはほぼ同様であり、弾性係数が大きくあらわれる荷重型ほど疲労寿命は長いといえるようである。すなわち、同一応力レベルの繰返し荷重をソイルセメントにあたえても荷重型によって供試体のひずみ応答に大きな差があり、ひずみの大きく出る荷重型ほど疲労寿命は短くなる傾向を示す。

4. 考察および結論

上述の実験結果にみられる荷重型と疲労寿命または耐久限度の関係については1サイクルのうちの載荷過程の占める時間の短い型($\cap, \sqcap$)は長い型(SIN, Δ, Λ)よりも疲労寿命は短く、耐久限度も低くなるようである。したがって、繰返し速度が疲労寿命や耐久限度に影響をおよぼしていると考えられるので、SIN型について毎秒1サイクルと5サイクルのS-N曲線(砂質土II)を比較すると図-5のようになる。この結果は鋼の疲労試験より得られる結果¹⁾と同じように繰返し速度が速くなると耐久限度は増大し、疲労寿命も長くなっており、上述の結果と逆の傾向が現われていることがわかる。一方、1サイクル/秒と5サイクル/秒における弾性係数の変化状況を示すと図-6に示す通りで、1サイクル/秒が5サイクル/秒よりかなり大きいひずみを示すことがわかる。これらの事実より、載荷速度の大小よりもむしろ各荷重型に対するひずみの大きさが疲労寿命および耐久限度と密接な関係があるといえ、図-5各荷重速度に対するS-N曲線より図-6各荷重速度に対する弾性係数の変化状況

表-3 上限応力比0.8に対する疲労寿命

	SIN	Δ	$\sqcap$	$\cap$	Λ
砂質土	575	1300	110	220	850
粘性土	280	205	98	180	500

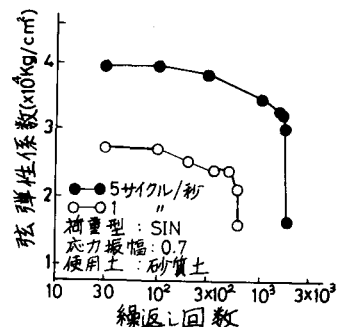
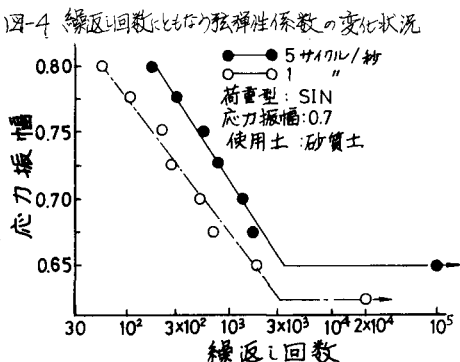
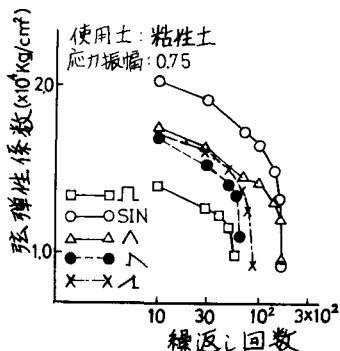


図-6 各荷重速度に対する弾性係数の変化状況

参考文献

- 1) 横堀 武夫: 材料強度学, 技報堂, 1955