

V-357

超速硬セメントコンクリートの若材齢における圧縮疲労強度特性

豊田工業高等専門学校 正員 河野 伊知郎
 豊田工業高等専門学校 正員 中嶋 清実
 小野田ケミコ㈱ 正員 湯浅 晃行
 名古屋工業大学 正員 吉田 弥智

1. まえがき

近年、大型車の交通量の増加に伴って、舗装道路におけるコンクリート床版の損傷件数が増加しており、その維持管理のための補修工事から、損傷した床版の補強工事、さらに床版全体を打ち替えるような大規模な工事が多く報告されている。これらの工事のほとんどは交通遮断を伴う場合が多く、短時間に工事を完了し、早急に交通解放をしなければならない。よって、超速硬セメントコンクリートが頻繁に用いられるが、超速硬セメントコンクリートの若材齢時における疲労強度特性に関する研究はほとんど行われていない。よって、本研究では若材齢の圧縮疲労強度特性に関する研究を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料は、セメント：O社製超速硬セメント、粗骨材：静岡県天竜川産の川砂利（比重=2.66, FM=6.76, 粗骨材の最大寸法=25mm）、細骨材：岐阜県揖斐川産の粗砂（比重=2.60, FM=3.05）と三重県長良川産の細砂（比重=2.59, FM=2.18）を重量比6.6:3.4の割合で混合した混合砂、O社製セッターを単位セメント量に対して0.3%添加、高性能減水剤：K社製高性能減水剤（MT-150）をセメント量に対して2.0%添加、である。

超速硬コンクリートの配合は試し練りより決定した。所要のスランプを 18.0 ± 2.0 cm、単位セメント量を 400kg/m^3 とし、スランプ試験を

表-1 コンクリートの配合

スランプ の範囲 (cm)	水セメント 比 W/C(%)	細骨 材率 s/a(%)	単位量(kg/m^3)				凝結遅 延剤 (g/m^3)	高性能 減水剤 (cc/m^3)
			水	セメント	細骨材 細砂	粗骨材 粗砂		
18.0 ± 2.0	35	41	141	400	252	489	1090	1200
								8000

を表-1に示す。

(2) 実験方法

図-1に本実験の一連の流れを示す。供試体は直径10cm、高さ20cmの円柱供試体を使用し、供試体の内部温度を測定するため温度測定用供試体の中心部に熱伝対を埋め込んだ。コンクリートの練り混ぜは50lのパンタイプ強制練りミキサを使用し、練り混ぜ時間は3分間とした。供試体は打設してから圧縮強度が目標強度に達するまで+20℃の恒温恒湿室で保管した。目標強度は9.8, 19.6, 39.2, 49.0MPa（100, 200, 400, 500kgf/cm²）の4種類である。次に、供試体が所定の目標強度付近の強度に達した時の実際の強度を初期強度とし、その初期強度を元に荷重レベルを設定し、疲労試験を開始した。この時、初期強度を測定してから疲労試験を開始するまで数分要するので、疲労試験開始時の強度（疲労開始強度）を圧縮強度と積算温度の関係より算定した。次に、所定の疲労試験終了後、疲労した供試体および同じ条件で放置した供試体の圧縮強度を測定した。これらの圧縮強度をそれぞれ残存強度および比較強度とする。疲労試験に用いた波形はsin波で、振動数は10Hz、載荷回数は1, 10, 100万回の3種類で行った。荷重レベルの上限値、下限値は初期強度の60%、15%である。今回行った疲労試験の回数

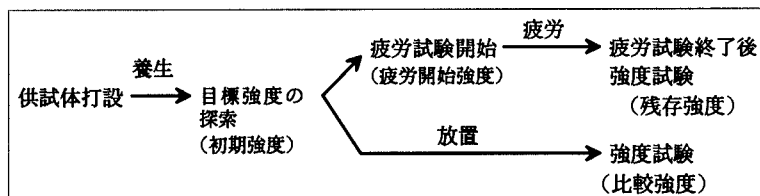


図-1 疲労試験の流れの概要図

は、載荷回数が3種類、目標強度が4種類、また供試体のばらつきを考慮して一つの実験について3回、合計36回行った。

3. 実験結果および考察

図-2は超速硬セメントコンクリートの圧縮強度と積算温度の関係である。図より強度発現初期に急激に強度が増進する領域と、緩やかに増進する領域が存在し、積算温度 $M=70^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ 付近で変曲点を生じている。この関係を変曲点で分け、2つの関係式で近似すると下式のようになる。

$$M < 70 : \sigma = -116.8 + 79.5 \log M \quad M : \text{積算温度 } (^{\circ}\text{C}\cdot\text{h})$$

$$M > 70 : \sigma = -21.9 + 28.2 \log M \quad \sigma : \text{圧縮強度 (MPa)}$$

表-2は疲労試験の荷重レベルの表である。この表の上限値、下限値が15%、60%になっていないものがあるのは初期強度を測定してから実際に疲労試験を開始するまでに多少の時間がかかるからであり、この間に強度が発現しているためである。なお、この表の疲労試験開始時の圧縮強度は先に示した関係式より求めた。

図-3, 4, 5は載荷回数が1, 10, 100万回の圧縮強度比と疲労開始強度の関係を表した図である。1万回では載荷回数が少ないので残存強度と比較強度に大きな差がみられず、疲労による影響はあまりないといえる。10万回, 100万回については、疲労を受けた供試体の方が疲労を受けていない供試体より高い圧縮強度が認められた。また、疲労回数が増えるにつれてこの傾向が顕著に現れた。このように、疲労を受けた供試体の方が疲労を受けない供試体よりも圧縮強度が高くなった理由としては以下のようなことが考えられる。

①超速硬コンクリートは初期にカルシウムフルオロアルミネート

($\text{C}_{11}\text{A}_7\cdot\text{CaF}_2$) が水和し、エトリンガイトの粗な水和物を生成するが、繰り返し荷重が作用することにより粗な水和物の結晶組織が破壊され、新たに密な結晶組織が生成されるため。

②疲労載荷により内部温度が上昇するために強度発現が早まるため。

4. まとめ

今回行った圧縮疲労試験の応力レベル条件下では疲労を受けた供試体の方が疲労を受けていない供試体よりも多少ではあるが圧縮強度が上回る傾向が見られた。疲労を受けたにも関わらず、このような結果が得られたのは先程も述べたように内部組織の再生成および内部温度の上昇等が考えられる。今後、荷重レベルを変化させ、このメカニズムを解明していきたい。

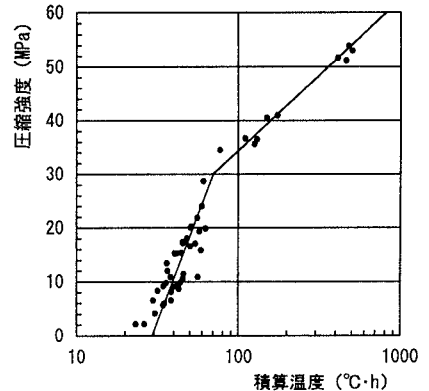


図-2 圧縮強度と積算温度の関係

表-2 荷重レベルの上限値と下限値

目標強度 (MPa)	上限値の平均 (%)	下限値の平均 (%)
9.8	3.8	1.0
19.6	5.2	1.3
39.2	6.0	1.5
49.0	6.0	1.5

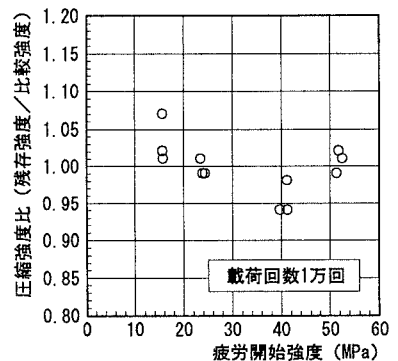


図-3 圧縮強度比と初期強度の関係

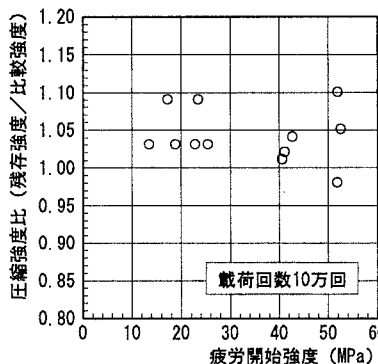


図-4 圧縮強度比と初期強度の関係

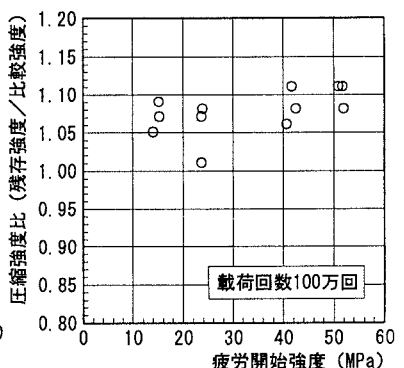


図-5 圧縮強度比と初期強度の関係