

コンクリートの衝撃疲労について

立命館大学 大学院
立命館大学理工学部
立命館大学理工学部

学生員
正会員
正会員

○桂木 正雄
竹内 正喜
工博 明石外世樹

①まえがき

遠心力鉄筋コンクリートくい打込時の連続衝撃が、そのコンクリートの性状におよぼす影響については不明な実が数多く残されている。本研究は、コンクリートの性状が衝撃によって如何に変化するかを究明しようとするものである。

②供試体および試験装置

供試体は直径10cm、高さ20cmの円柱供試体であって、上下部を5mm面とりしたものである。さらに実製品に似せて図-1のように供試体の中央にはスパイラル鉄筋を、また上下部には鉄製の補強バンドを配した。スパイラル鉄筋の有無とその寸法から供試体を表-1のように5種に分け、A～Eの記号で区別する。コンクリートの目標強度350 kg/cm^2 に対し、配合は表-2のように決定した。使用セメントは小野田社製普通ポルトランドセメント、骨材は細・粗骨材とも徳島県那賀川産である。養生は水中7日、以後空中保存とし、試験時の状況は70日以上経過したものである。

衝撃試験機(図-2参照)は40kgの重錘をインドレステーンで所定の位置まで引上げ、自然落下させるものである。クッション材にはホスターレンを用いた。

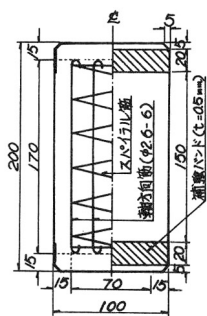


図-1 供試体

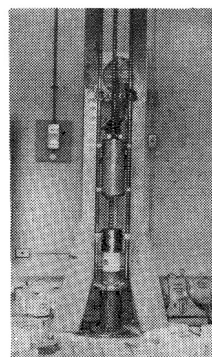


図-2 衝撃試験機

表-1 供試体の分類

無筋コンクリート供試体	静的強度利用	A
	衝撃試験用	B
鉄筋コンクリート供試体	スパイラル鉄筋(mm)	
	直径	10
	ピッチ	2.6
		3.2
		C
		D
		E

表-2 コンクリートの配合

MS	Se	W/C	S/a	W	C	S	G
(mm)	(cm)	(%)	(%)	(g)	(kg)	(kg)	(kg)
10	14±1	51.3	522	200	390	935	843

歪は供試体表面にはったロセットゲージおよび、スパイラル鉄筋にはったストレインゲージの出力を静歪指示計で測定した。

③静歪から見た衝撃疲労

供試体 D-7 (26.6×30) を用いて、衝撃回数 $N=500$ 回毎にコンクリート表面の静歪(静

的載荷による縦歪: ϵ_c , 横歪: ϵ_r) およびスパイラル鉄筋の静歪: ϵ_s を測定した。このときの衝撃応力階は静的強度の40%であり、また静歪の測定には最大12t (約150 kg/cm^2)まで加圧し、1t毎に読みをとった。測定結果を縦歪と横歪の比: $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_c}$ に関して整理したのが図-3である。図-3から N の増大と共に $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_c}$ 比も増大し、特に $N=3000$ においては低応力のとき、その値が0.5を越えることが認められ、このときすでに外殻部にはヒビ割れが発生しているものと思われる。さらに同図に依れば、供試体 D-7 は $N=1500$ と 2000 の間に大きな変化が見られ、供試体の外殻部に何らかの変化が起り始めたものと推察される。また、スパイラル鉄筋の歪: ϵ_s

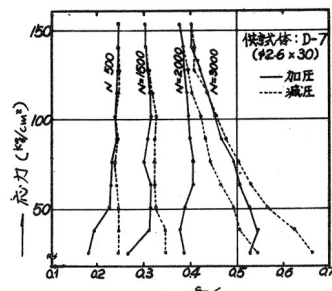


図-3 静歪から見た衝撃疲労

と横歪: ϵ_r との比: $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_c}$ に関して整理すると, N の増大につれて $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_c}$ 比は徐々に減少し, 一定値に近づく。このことはゲージの位置にも依るが, スパイラル鉄筋による拘束が徐々に発揮され, 外殻部に変化が生じたとき ($N=2000$) を境にスパイラル鉄筋の拘束効果が ほぼ最大限発揮されることを示すものと思われる。

4 伝播速度から見た衝撃疲労

超音波がコンクリート中を伝播する速度は, そのコンクリートの性状を判定するのに良い基準となる。この場合, 供試体中にヒビワレ等が生じると, (見掛けの) 伝播速度は遅くなり, また波長の短いものは遠退しにくくなる。従って, 超音波の伝播速度や波形の変化を追えば, その供試体の疲労度を知ることが出来る。ここでは数量的に表わし易い伝播速度を疲労度のパラメータに採用した。

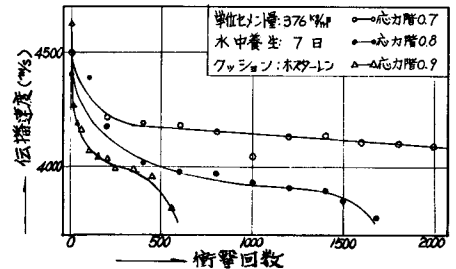


図-4 無筋コンクリートの衝撃疲労

図-4は無筋コンクリートの測定結果を図示したものである。ただしこのとき限り, 供試体は直径7.5cm, 高さ15cmである。図-4から, コンクリートは初期の衝撃で急激に疲労し, 一旦一定の疲労度を保った後, 再び急激な疲労現象と共に破壊に至ることが認められる。なお, 応力階が高くなるほど早く疲労し, あまりに高い応力階では, 一時にりと一定の疲労度を保つとは認めがたい場合もある。図-5は鉄筋コンクリート供試体の測定結果の一例である。図-5から鉄筋コンクリートも無筋コンクリートと同様の傾向にあることがわかる。このことは供試体のコア部にも組織の変化があったことを示すものである。なお, 面図を通じて, 破壊時の伝播速度が全て約3800m/sであることは興味深い。

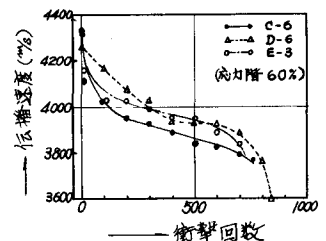


図-5 鉄筋コンクリートの衝撃疲労

5 スパイラル鉄筋の作用

本研究において見られた鉄筋コンクリート供試体の破壊は次のようであった。①無筋コンクリートの破壊より相当早く, まず外殻部が剝離する。②外殻部が全て剝離してからでも長期にわたって衝撃に耐え, コア部までの爆発的な破壊は全く観察されなかった。このことからスパイラル鉄筋の作用は, コンクリートの変形を拘束するだけでなく, むしろ, 外殻部のコンクリートを剝離させる欠点もあり, 本実験では, この剝離効果のために鉄筋コンクリートの方が早く破壊(外殻部破壊)したものと考える。しかし, 外殻部が剝離してからでも相当長期にわたって衝撃に耐えることは, その後のスパイラル鉄筋の拘束効果を物語るものである。しかも, 外殻部が剝離したとき(破壊)の伝播速度が約3800m/sであることは, コア部の組織が, すでに破壊しているものと考えられるから, その後の耐衝撃性はスパイラル鉄筋の拘束効果によるものとしての考えられない。以上のことから, 現在経験的に配されているスパイラル鉄筋は, 単に密に配すれば良いというのではなく, その拘束効果と剝離効果を同時に考慮する必要があるものと考ええる。

最後に, 本研究が昭和44年度立命館大学卒業生: 中野邦利・福原久之・松井井道・山田三十四・吉田敏郎各氏の協力によることを付記し, ここに感謝の意を表す。