

アサノポール株式会社 正会員 工修 ○桂木 正雄
 ピーシー橋梁株式会社 正会員 工修 竹内 正喜
 立命館大学 理工学部 正会員 工博 明石外世樹

① まえがき

一般にコンクリートは軸方向繰返し衝撃を受けると疲労し、その静的圧縮強度より小さい強度で破壊する。本研究はコンクリートくい打込み時の繰返し衝撃を想定したもので、その衝撃疲労過程を先ず超音波の伝播速度によって測定し、続いて、コンクリート中に生長する Microcrack を直接観察したものである。

② 供試体および実験装置

すでに前報でも述べたように、供試体は直径7.5 cm、高さ15 cm の円柱供試体で、その上下部に鋼製の補強バンドを配し、また、5 mm の面とりを施したものである。

使用したセメントは小野田社製の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、コンクリートの配合は表-1 のようである。養生は次に示す3種類(A, B, C)である。A: 打込み後28日間水中養生、以後空中養生のもの、B: 養生(A)の供試体中試験前3日間だけ水中養生したもの、C: 打込み後試験開始直前まで水中養生で、かつ、衝撃試験時も湿潤状態のもの。衝撃試験機は重錘をインドレストーンで所定の位置まで引き上げ、自然落下させるものである。

③ 衝撃試験の結果および疲労度の定義

本実験に用いた供試体の衝撃破壊回数を表-2 に示す。供試体の乾湿状況は養生A→B→Cの順により湿潤状態にあるが、コンクリートの衝撃耐力は、より湿潤状態にあるほど劣る傾向にあることがわかる。図-1 はコンクリートの衝撃疲労過程を超音波の伝播速度比によって表わしたものの一例である。本実験では伝播速度だけでなく、受振波形の周波数や振幅の変化も測定したが、ここでは最も信頼性の高い伝播速度比によって論ずることにする。コンクリート中を伝播する超音波の伝播速度は、図-1 によれば、一般に

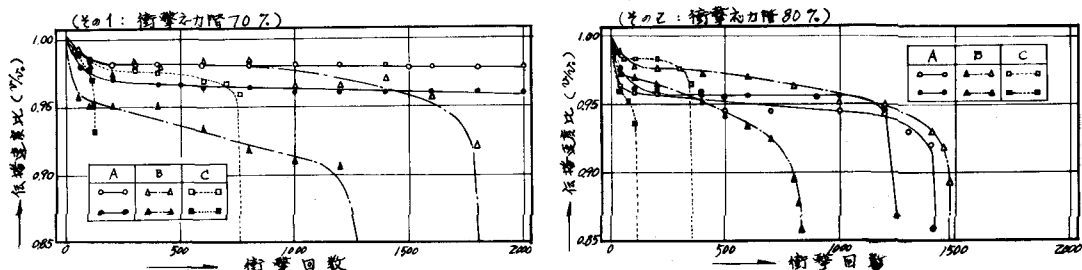
表-1 コンクリートの配合

H.S. (mm)	S.S. (cm)	C (kg)	W (kg)	W/C (%)	S/A (%)	S (kg)			G (kg)
						0~0.6	0.6~1.2	1.2~8	
10	521	450	178	39.6	53	284	283	377	839

表-2 衝撃破壊回数

養生	70%	80%
A	[2000] [2000] [2000]	[2000] 1412 1250 528
B	[2000] 1861 1281 775	1480 846 589
C	1331 823 765 379 120	362 228 223 119

図-1 衝撃回数と超音波の伝播速度比の関係



初期の衝撃でわずかに低下し、一旦ほぼ一定の速度を保った後、急激に低下して破壊に至ることがわかる。図-1をもとに、疲労度 F_0 、 F_1 、 F_2 、 F_3 を次のように定義する。

疲労度 F_0 ：まだ衝撃を加えておらず、疲労度が零のもの（無載荷）。

疲労度 F_1 ：初期の衝撃でわずかに低下した伝播速度が、ほぼ一定値になり始めるところ。

疲労度 F_2 ：それまでほぼ一定値であった伝播速度が急激に低下し始めるところ。

疲労度 F_3 ：衝撃破壊直前とされるもの、または、衝撃により破壊してしまったもの。

④ Microcrack の観察

Microcrack は各養生条件（A、B、C）の疲労度 F_0 、 F_1 、 F_2 、 F_3 に対し、次のような方法で観察、測定した。①所定の疲労度に達した供試体をダイヤモンドカッタで切断し、検査面を砥石でみびき、24時間炉乾燥（60℃）する。②螢光探傷剤を吹きつけて検査面に暗室で紫外線探傷灯をあてて観察、写真撮影する。③精密投影機でネガを10倍に拡大投影し、クラックマップを作製する。④検査面の中央に直径3cmの円を描き、その円内について次式からクラック係数を求める。—— $G = L/A$ ——

ここに、 G ：クラック係数（ cm^2/cm^2 ）、 L ：測定領域中の全クラック長（cm）、 A ：測定領域（ 7.065cm^2 ）である。

各条件について測定したクラック係数の平均値を求

めプロットしたのが図-2である。但し、図-2の F_3 の値は供試体数が少なく信頼性に劣る値である。また、本実験で得られたクラック係数を既存の報告²⁾と比較すると全体的に大きな値となっている。これは検査面を砥石でみびいたとき、骨材とペーストの境界にわずかながら段差を生じ、この段差部にも探傷剤が凝集してあたかも Microcrack であるかのように見えたのではないかとと思われる。図-2はコンクリートの衝撃疲労過程を超音波の伝播速度比で表わした図-1と同じ傾向にある。従って、コンクリートの衝撃疲労過程は Microcrack の生長過程であり、その生長過程を超音波の伝播速度から間接的に測定することは非常に有効な手段であると言える。Hsu³⁾らは無載荷のうちから bond crack が一部存在することを指摘している。本実験でも無載荷（疲労度： F_0 ）の時点でもやはり Microcrack の存在が観察されたが、クラック係数は供試体がより湿潤状態にあるほど少しずつ小さくなった。これは乾燥収縮が主原因となって現われた結果であると思われる。図-2によれば、養生Cのクラック係数は疲労度 F_0 においても、また、疲労度 F_2 においても共に最大値を示している。従って、養生Cのように湿潤状態にあるコンクリートでは、衝撃荷重と空隙中の水の作用によって、Microcrack が著しく生長するのではないかと推察される。なお、養生Bの場合疲労度 F_2 において最小値となっているが、この供試体は外周部ほど湿潤状態にあり、またクラック係数は供試体の中心部について測定したがため、このような結果になったものと推察される。

(参考文献) 1) 荻本, 竹内, 明石 “コンクリートの繰返し衝撃とその疲労度について” 土木学会, 第25回年次学術講演会 概要集, 1970

2) Krishnaswamy, K.T. “Strength and Microcracking of Plain Concrete Under Triaxial Compression” ACI Jour., Oct. 1968

3) Hsu, T.T.C. et al. “Microcracking of Plain Concrete and the Shape of the Stress-Strain Curve” ACI Jour., Feb. 1963

