

N-96 コンクリートひびわれの弾性波について

北海道大学 正員 工博 横道 英雄

“ “ 工修 松岡 健一

“ “ 高田 宣久

1) まえがき コンクリートに外力を加えると、その外力の大きさに相応した歪が発生する。この歪は外力が小さい時には応力に対し弾性的に変化するが、外力を大きくするにつれて内外部の微小部分のすべり、破壊等により弾性変形から遠ざかる。これ以後における外力は全体の破壊をもたらすのである。このようにコンクリートの応力-歪の関係は一元的に定義することは極めて困難なことである。crack についてはガラスの脆性破壊などかなり詳しく論ぜられているようであるが、コンクリートの crack や内部変位について論じたものは殆んど見当らない。我々はこの亀裂による内部歪の変化による応力波の形を観、その特徴を捕え、初期応力状態に於ける内部変位の様子を捕えんとしたものである。

コンクリート供試体に外力が働き亀裂が発生すれば、亀裂発生部位の歪は最大から0に復帰する筈である。この変位は順次次の粒子に伝わりコンクリート中の摩擦による減衰とともないながら、その供試体内部を伝搬していく。即ち外力による歪 Energy は振動 Energy、表面 Energy、熱 Energy 等の破壊の Energy に変換され、内部粒子の変位は弾性波として供試体の性質による一定の速さをもって伝搬する。従って我々はこの時の Energy 変換による亀裂波形を捕え、亀裂との関連性を考察し、分析してその特徴を把握し、外力によるコンクリート内部の微小変化を早期に発見し、未知な諸性質を探究するを目的とするものである。

2) 実験に用いた供試体 実験に用いた供試体は3種で図-1に示す如く $2 \times 3 \times 50 \text{ cm}$ モルタル、 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ モルタルおよび長さ 3 m のコンクリート I 桁であり、前記モルタル供試体に鉄筋として $\phi 12 \text{ mm}$ の針金を入れたものも含めた。

3) 試験方法 試験装置のブロックダイアグラムと載荷点および受振子の位置を示す図は右の通りである。供試体への載荷装置はモルタル供試体ではテコ(xf0)及び水による連続荷重方式、コンクリート桁については手動油圧ジャッキを用いた。受振子にはクリスタル変位計及びブリュエル加速度計を用い、増巾器、記録器にはテープレコーダ及びシンクロスコープを用いた。本実験においては亀裂による波形を確かめることを最初の目的とするため、出来るだけ歪波

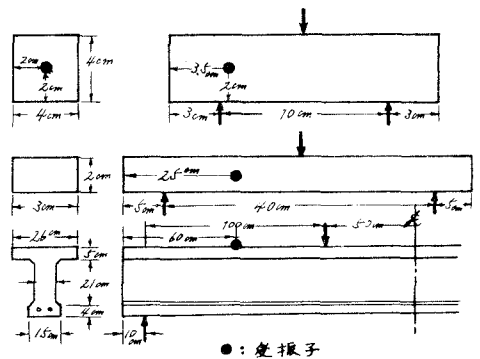


図-1 供試体形状並びに載荷点、受振子の位置

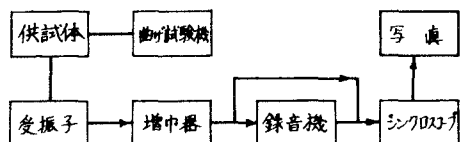
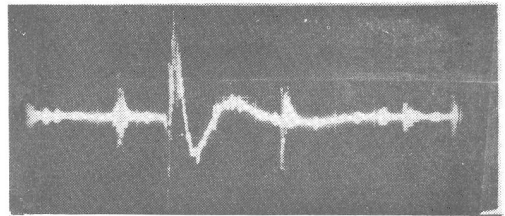


図-2 試験装置ブロックダイアグラム

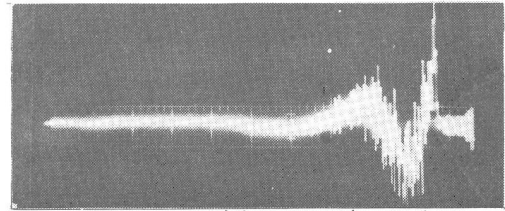
形を忠実に捕え、その波形を再現させる必要がある。このため pick-up としては特に高感度、高忠実度であることが必要であり、これに附随する増中器、記録機構にもこれらの条件を考慮せねばならない。又外部からの振動がこれら装置中より混入せぬよう初期実験段階においては特に注意を要した点である。

4) 実験結果及び考察 crack に伴う信号とその他の雑音とを分離することが重要な問題であるが、我々はこれらの波形を一つ一つシンクロスコープを用いて撮影し明らかに crack と断定されたものと雑音との比較から crack に伴う Bessel 型の振動波形の中にその特徴を認めた。写-1 はコンクリートの曲げ強度試験の際の破壊に伴う亀裂音と供試体の打撃等による雑音波形の一例であるが、多くの試料について殆んど同様の形状を得ている。亀裂現象はたゞ一度の、又は数回を上回らない繰り返しの現象であり、振動の Energy は歪 Energy と比例関係にあるように考えられ、作用を受けた供試体に過渡的運動を生ぜしめるものと思われる。この Bessel 型波形のもつ意味については、特に解析していないが、 $4 \times 4 \times 16$ モルタル供試体においては計算上振動数は $3000 \sim 5000$ 程度であり、又縦方向自由振動数は凡そ 9000 程度をうる。従って本実験における波形中の附帯波である高周波部分はこれら自由振動の合成されたものであり、低周波は過渡的現象波にせん断波、モーメント波の速度の相違による干渉波が加わって煩雑な形を呈しているものと考えられる。尚亀裂波の特徴として Bessel 型波形の他、附帯波の周期が時間とともに微小変化すること、Bessel 型波形の最大振中の 2 乗が強度と比例関係にあること(図-3) などが判明した。術試験において

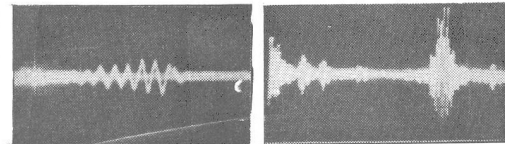
は図-4 に示すごとく、本試験法によるこれら波形の検出は従来よりの亀裂検出法より相当早期に亀裂の検出が可能であることが判明した。この事は今後コンクリート内部の亀裂に関連する種々の現象の究明に役立つものと期待している。



亀裂波形 $4 \times 4 \times 16$ モルタル $V: 1V/cm, H: 10ms/cm$



亀裂波形 コンクリート $V: 5V/cm, H: 5ms/cm$



雑音波形 供試体と低で 雑音波形 供試体と打撃
こする。 $V: 1V/cm, H: 5ms/cm$ 及び $V: 0.5V/cm, H: 50ms/cm$

写-1 亀裂波形と雑音波形

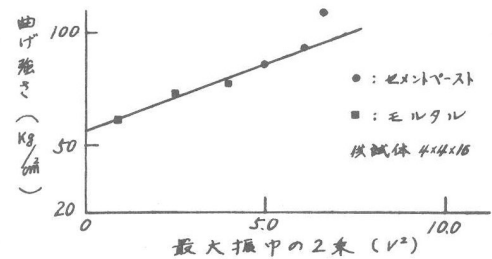


図-3 曲げ強さと最大振中の2乗との関係

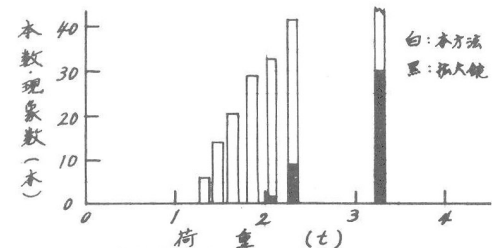


図-4 本方法と拡大鏡による検出の比較