

V-8 コンクリート内の微細なひびわれに関する研究

北海道大学・工学部 正員 高田 宣之

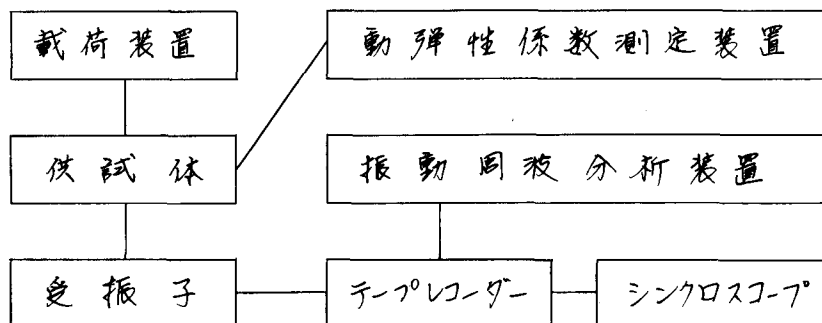
研究目的

一般に局部破壊の理論は現在なお、こんとんとしており、とくにコンクリートのような異質体物質についての研究は困難さともなうが、各種の原因によるひびわれの早期発見およびその発生、成長過程の研究は一つの重要な課題である。筆者はこの数年間に種々の応力状態におけるコンクリートの微細なひびわれの発生、成長過程について、ひびわれの発生にともなう弾性波と鋭敏な受振子で捕えることによって早期に検出し得ることとあわせて、拡大鏡、顕微鏡等による光学的観測を行ない、その研究成果を発表してきた。ここではこれらの研究を発展させ、それを基にコンクリート内に発生する微細なひびわれが、コンクリート体の物質常数等とどのような関連を有するか等の研究をすすめるものである。

実験方法

ひびわれ信号(弾性波)の振動周波数分析と弾性係数との関連性について、外力によるコンクリートのひびわれ発生、成長にともなう発生する弾性波はおもむね衝撃波の特性(過渡的、パルス型)を有し、供試体長軸方向の圧縮波(縦波)が主として検出されている。短軸方向の圧縮波および横波はコンクリート体内および種々の反射面での吸収等によって減衰し、前記圧縮波に比べて現われ、全体として極めて複雑な波形を呈している。本実験ではA, B, C. 3種類の供試体; A. モルタル(巾3cm, 高さ2cm, 長さ50cm) 曲げ供試体, B. モルタル(4, 4, 16cm) 曲げ供試体, および C. コンクリート(直径10cm, 高さ20cm) 圧縮供試体につき、それぞれミハエリス試験機を改良したものでスパン40cm, 中央点載荷, ミハエリス試験機を用いスパン10cm, 中央点載荷、および50ton 万能試験機を用いて載荷し、供試体に接着した数サイクルから数十サイクルまでの周波数特性のフラットな高感度の受振子(Brüel & Kjærの加速変計)により、ひびわれの発生に伴う弾性波を捕え、高速走テープレコーダー(Sony)に記録し、シンクロスコープ(松下電気)または振動周波数分析機(Brüel & Kjær)を用いて周波数の分析を行った(図-1 参照)。

図-1 実験装置ブロックダイアグラム

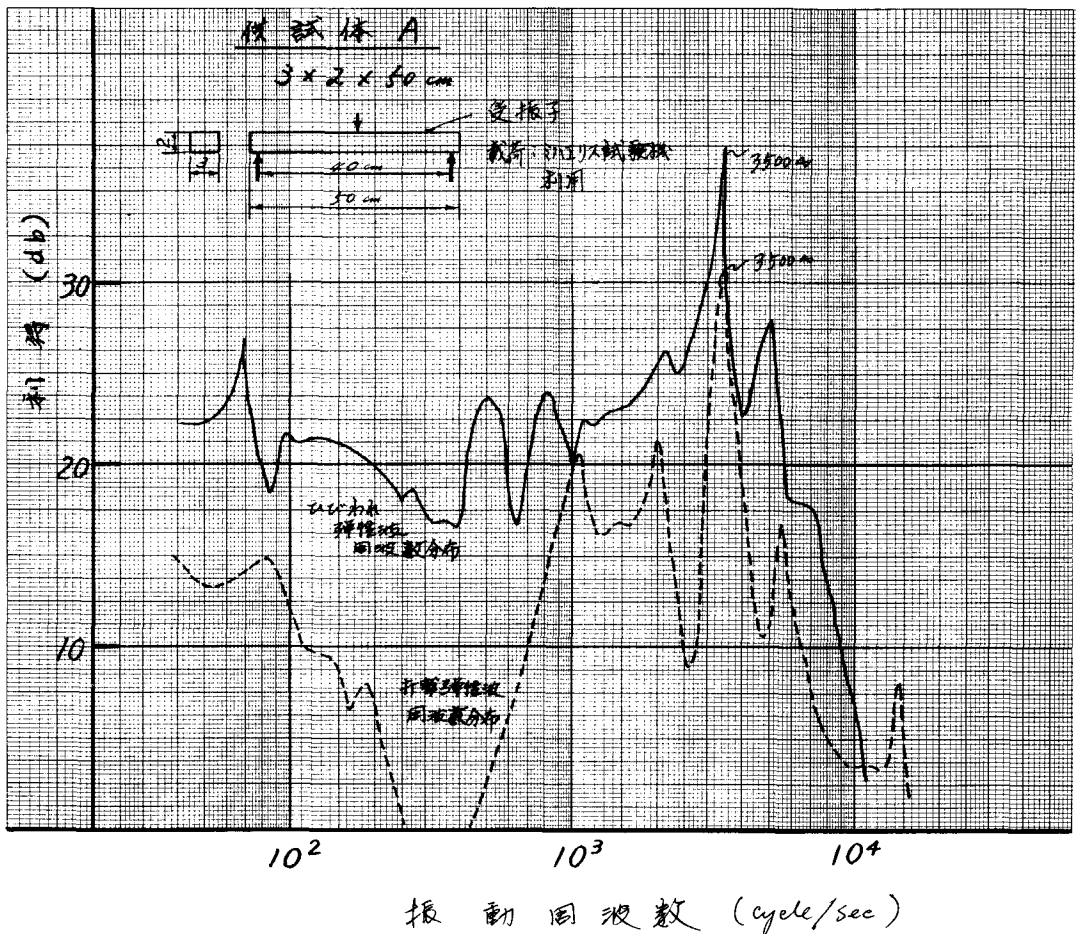


また載荷前に供試体 A および B に打撃を加えて得た弾性破に対して同様の記録、分析を行った。
供試体 C は載荷前に新弾性係数測定装置を用いて共振周波数の分布を調べた。

実験結果および考察

図-2 および図-3 に供試体 A および B における打撃波およびひびわれ弾性波の周波数分析結果の一例をあげる。図からも明らかのように打撃波の周波数分布状態に対して、ひびわれ(破断)に伴う弾性波の周波数分布は極めて複雑で、広域に(特に低周波域に)回っているが、その基本波と考えられるピークと与える周波数は両者極めてよく一致している。このことは一般に、たて波の速さ: v 、振動数: f 、供試体長さ: l 、動弾性係数: E_0 、密度: ρ との間 $v = \lambda l f = (E_0 / \rho)^{1/2}$ の関係から、これらの供試体においては、載荷にもない発生する微小ひびわれがそのまま非常に高速で成長し(筆者らが高速変カメラを用いて行った実験では 400 m/sec 以上)、破壊に結びつくものであるが、破断後の供試体の短片に対する振動周波は明らかに認められない。また載荷前と破断時の動弾性係数(上記式による計算値)の相違は認められなかった。

図-2 ひびわれ(破壊)および打撃弾性波の周波数分布図



以上の実験より、非常に異方性、異質体であるコンクリート中に発生するひびわれ弾性波は、当然のことながら、たゞ波、よこ波あるいは供試体表面、バーストレ骨材境界面での反射または吸収と非常に複雑な波形を示し、その振動周波数分析結果も広帯域に亘っているが、その基本波は供試体形状（特に長さ）およびコンクリートの弾性係数との間に密接な関連性も有することが認められた。またこれらのひびわれ弾性波に、破断後の供試体短片に対する振動周波数が明らかには含まれないことから、非常に高速で発生、成長するひびわれも微視的に見た場合、有限速度でかつ段階的に成長するものと考えられる。次に供試体Cについての載荷中に生ずる微細ひびわれ弾性波の周波数分析結果の一部を図-4に示す。図-2および図-3に比してひびわれ弾性波の周波数分布状態は、低荷重状態では、最大ピークが動弾性測定装置による波形の周波数分布のピークと一致しているが、荷重が増すと、その最大値を与える周波数も動弾性係数測定装置による最大ピーク周波数とは必ずしも一致しない傾向を示すが、その近くにピークが存在することから、それが基本波であると判断できる。なお基本波の周波数がおよそ8800 $\sim$ 、動弾性係数測定装置による最大ピーク周波数が9870 $\sim$ と

図-3 ひびわれ(破壊)および打撃弾性波の周波数分布図

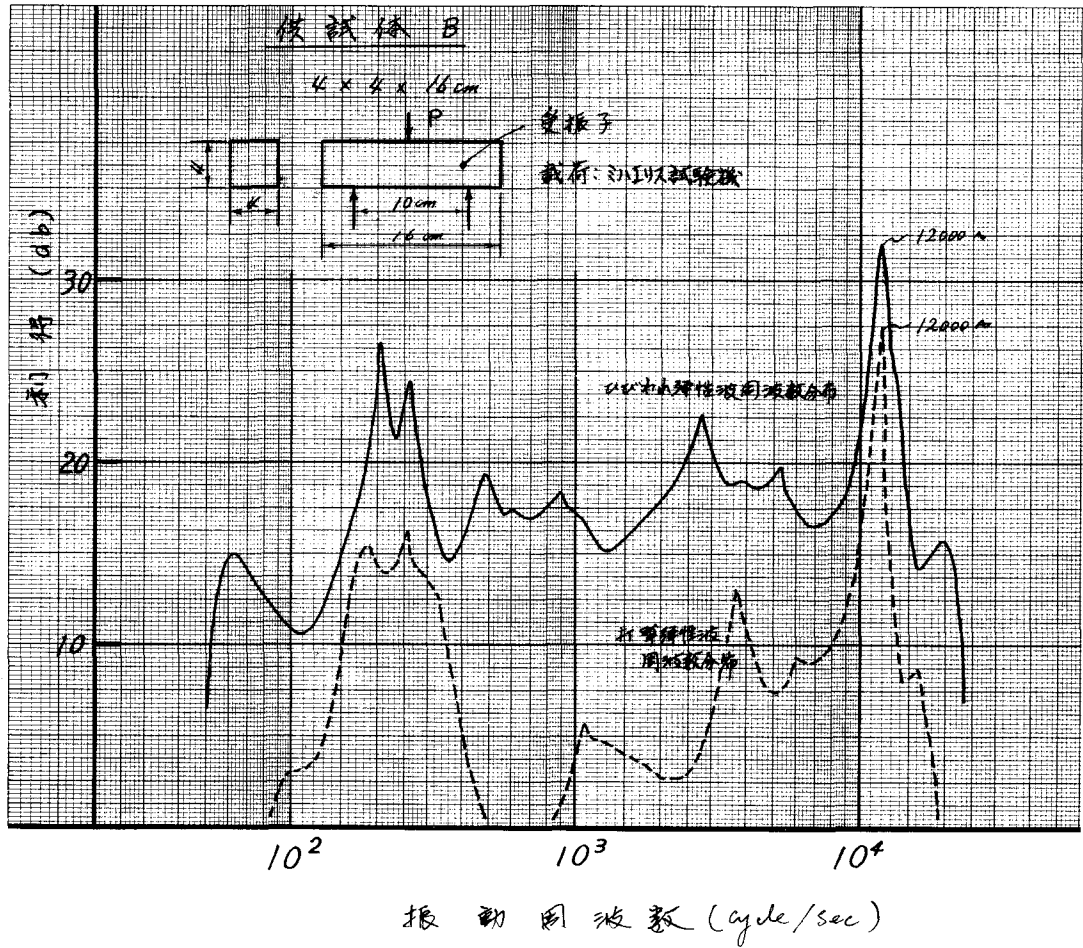
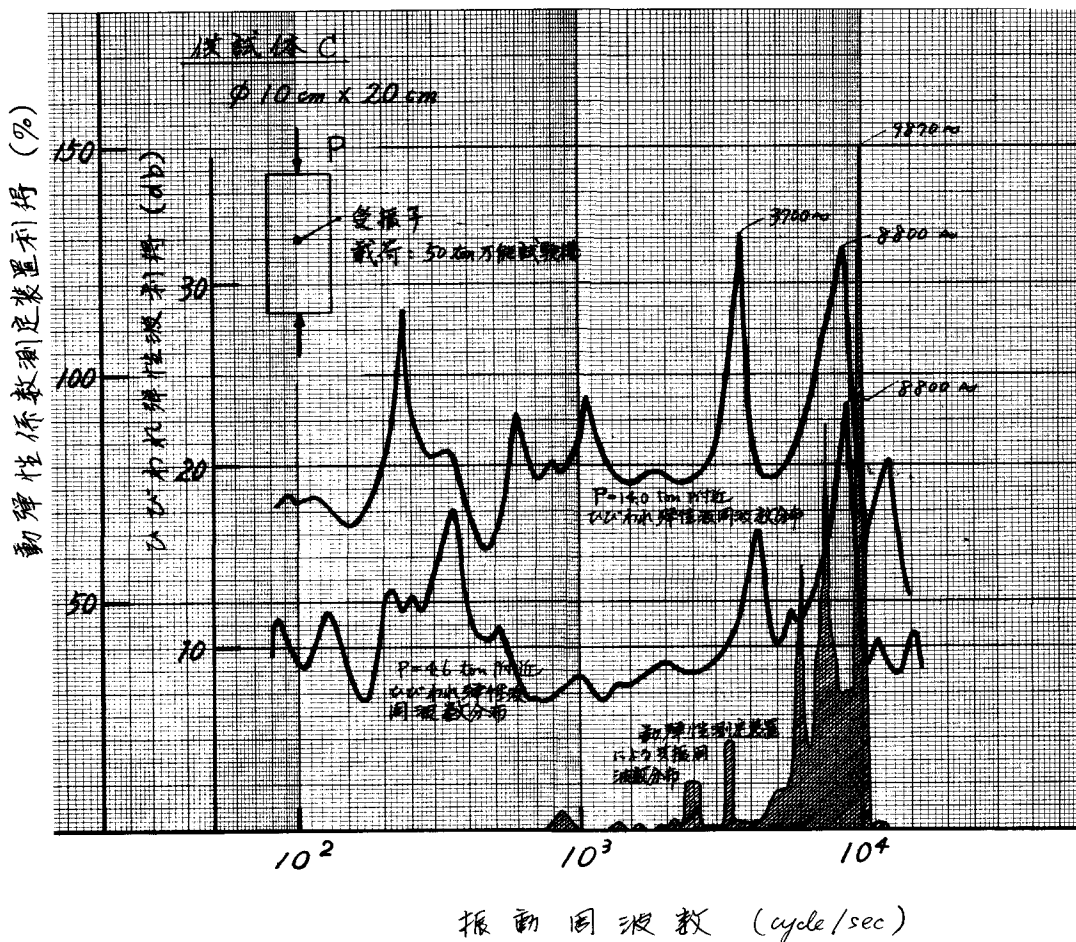


図-4 ひびわれ弾性波の周波数分布および動弾性係数測定装置による共振周波数分布図



示しており、少しのずれがあるがこれを動弾性係数に換算すると 308 ton/cm^2 に対して 388 ton/cm^2 と 20% 前後の相違を示している。これはひびわれ発生の影響とみられ、コンクリート体中に発生する数個のひびわれが、応力をうけたコンクリート体全体の弾性係数に関連性を持つことが明らかになった。

おわりに、本研究に対して昭和44年度吉田研究奨励金も授けましたことを、ここに深く感謝致します。

- 参考文献
- 1) コンクリートひびわれに関する2,3の実験, 横道・角田・高田, セメントコンクリート NO.228 頁41
 - 2) コンクリートはりのひびわれ発生過程について, 横道・角田・高田, セメント技術年報 XX 頁42.1
 - 3) コンクリートの短時間クリープとひびわれ, 横道・角田・高田, 第24回年次学術講演会 頁44.5