

Ⅱ－89 水撃圧および管破壊の振動計測と高速フーリエ変換を用いた周波数分析

東北学院大学 工学部 学生会員 ○菊池 慶

東北学院大学 工学部 正会員 河野 幸夫

1、研究目的

本研究では、市販の硬質塩化ビニル管を加工した供試体（肉厚 0.40mm、内径 56.00mm）を水撃圧による管破壊と電動ポンプによる水圧载荷の管破壊を実際に行い、その破壊時の振動波形と振動をFFTアナライザーによる周波数分析をし以下の目的にそって行う。

- ① 水撃圧破壊における管破壊時と非破壊時の振動計測を行い、各流速ごとの最大、最小加速度を求め、振動波形を比較する。
- ② 水撃圧破壊において供試体部分と鉄管部分、水圧载荷破壊においては供試体部分にセンサーを設置し、各材質、各破壊における最大、最小加速度を求め、振動波形を比較する。
- ③ ①で求めた振動波形をFFTアナライザーにより周波数分析し、比較する
- ④ ②で求めた振動波形をFFTアナライザーにより周波数分析し、比較する。

2、FFTアナライザーとは、

FFTとは、Fast Fourier Transform（高速フーリエ変換）の略で、FFTアナライザーの計算は、具体的にはフーリエ級数の係数（フーリエ係数）を求めることを指します。このデータからFFTを使い、短時間でフーリエ係数を求め、その結果を表示する計測器です。FFTアナライザーでは、フーリエ変換によって、時間軸波形から周波数軸波形を求めています。時間関数 $X(t)$ のフーリエ変換対は次式で表されます。

$$X(f) = \int_0^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (\text{フーリエ変換})$$

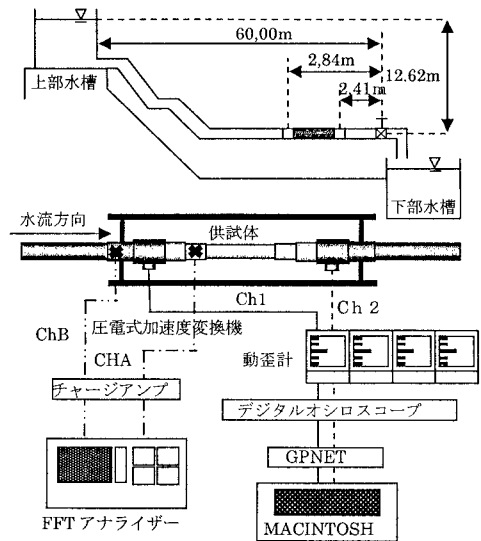
$$x(t) = \int_0^{\infty} X(f)e^{j2\pi ft} dt \quad (\text{逆フーリエ変換})$$

3、実験方法、実験装置概略図

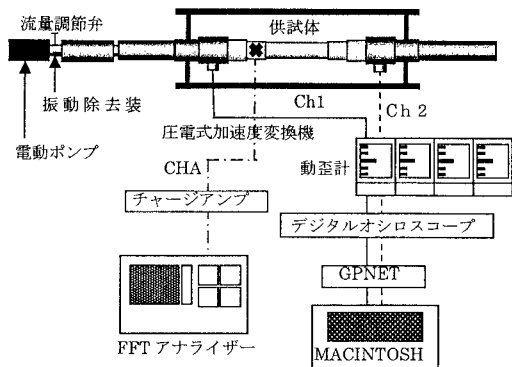
供試体を管路に接続し、偏心等の作用力が働かないようにし、4本のL字フレームにより固定する。

- ・ 水撃圧破壊において、上部水槽から下部水槽に水を流出させ流速を測定する。管路を電磁弁により急閉鎖し発生した水撃圧により供試体を破壊する。
- ・ 水圧载荷破壊において、管内を満水にし、電動ポンプにより水圧を加え供試体を破壊する。

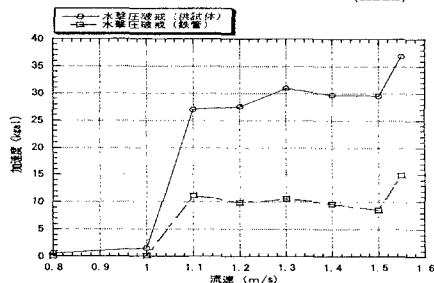
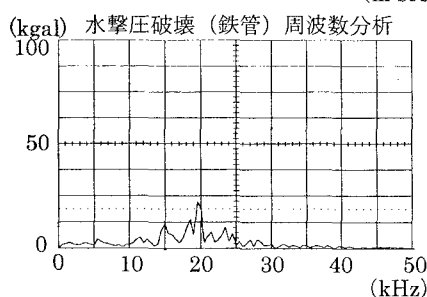
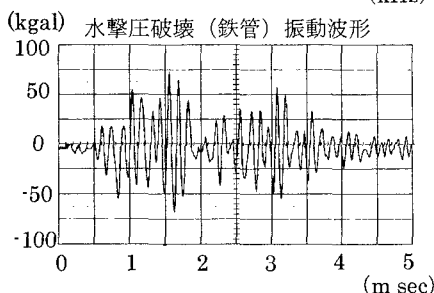
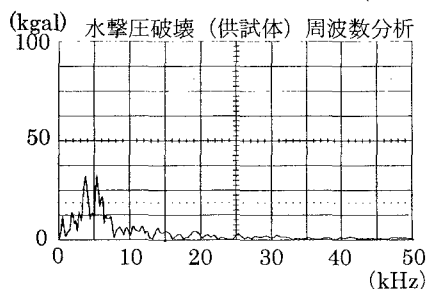
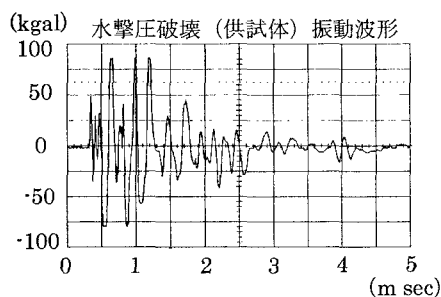
I、水撃圧破壊実験図



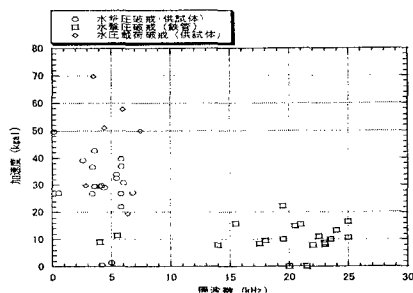
Ⅱ、水圧载荷破壊実験図



4、実験結果および考察



破壊、非破壊時における加速度変化(図 4-1)



各破壊における周波数と加速度分布図(図 4-2)

5、結論

①破壊、非破壊の振動計測

破壊時振動 Max 88.50(kgal) Min 82.00(kgal)

非破壊時振動 Max 5.25(kgal) Min 1.25(kgal)

管破裂より受ける衝撃が振動にも影響をあたえることがわかる。

②各破壊における振動計測

水撃圧破壊 (供試体) Max 88.50(kgal)

Min 82.00(kgal)

水撃圧破壊 (鉄管) Max 49.50(kgal)

Min 16.91(kgal)

水圧载荷破壊 (供試体) Max 88.50(kgal)

Min 78.16(kgal)

水撃圧における各部分での振動の違いは材質による振動数の違いであると考えられる。水撃圧では瞬間で壊すのに対して水圧载荷では徐々に水圧を加えていくので比較的長い時間振動している。

③破壊、非破壊時の周波数分析

破壊時周波数・ 36.88(kgal) 5.80(kHz)

非破壊時周波数・ 1.48(kgal) 5.00(kHz)

破壊時は非破壊時に比べ約 30 倍の値となることが判明した。(図 4-1)

④各破壊における周波数分析

水撃圧破壊(供試体) 36.88(kgal) 5.80(kHz)

水撃圧破壊(鉄管) 22.20(kgal) 19.50(kHz)

水圧载荷破壊(供試体) 69.80(kgal) 3.50(kHz)

水撃圧の供試体では 4~6(kHz)鉄管では 18~24(kHz)の周波数域に加速度が集まっていて供試体のほうが 2 倍の値をとった。水撃圧と水圧载荷では周波数域が同じく 4~6(kHz)に多く集まり、水撃圧より水圧载荷のほうが 2 倍近い値をとることが分かった。