

V-41 コンクリート管の打撃応力

京都大学 正員 工博 岡田 清
大阪府立工専 正員 〃 久良喜代彦
京都大学 正員 工修 児島孝之

1. まえがき 本研究はコンクリートくいのモデルとしてヒューム管を用い、これに縦衝撃を加え、その際に発生する打撃応力の実態について調査し、それを基にして打撃応力に関する Smith の解法¹⁾に検討を加えようとするものである。

2. 実験方法 図1に示すように水平に吊したヒューム管の前に同一断面のクッションをつけ、これに重さ 26.58 kg の鋼鉄製重錘によって縦衝撃を加えた。ヒューム管には管頭から 10 cm, 276 cm のところに共和ゲージ K 20 A1 を貼布し、シンクロスコープ 岩崎 DS5015 によって応力波形の観測を行った。衝撃速度の測定には光電管東芝 DS13 を用いた。ヒューム管は JIS 規格によるものでその特性を表2に示す。実験は表1に示すように4通りのクッションについて行った。

3. 実験結果および理論解についての検討 実験結果として写真のような応力波形が得られた。各実験例に Smith の解法を適用して理論解を求め、実測値と比較検討した結果をまとめると、次のようになる。

最大打撃応力 σ_{max} クッションの応力-歪み関係として図2のような linear cushion-block 型のもを仮定してゲージ A における最大打撃応力 σ_{max} を求めると表3のようになる。これを見ると一般に理論解の方が実測値より大きくなっている。これは衝撃の際、クッションの持つ初速度 v_0 が衝撃速度 V に等しくならないためと考えられる。つまり $v_0 = eV$ とおくと、 $e < 1$ となる。この点については今後更に検討する。次にウレタンのように弾性係数の小さいクッションでは次項でも述べるように比較的大きな実測値が得られる。

応力波形状 クッションに関する仮定は前項の場合と同じように linear 型とし、打撃効率 e はこれを 0.9 として応力波形状の理論解を求めると、図4の曲線 β のようになる。クッションが硬い場合には曲線 β は実測波形状である曲線 α と比較的一く一致するが、クッションが軟い場合には両者の間にか

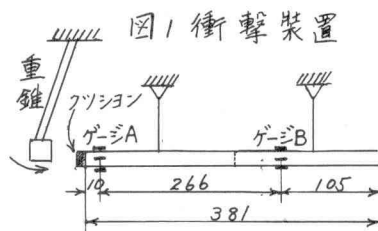


表1. 実験例

実験例	衝撃速度 (cm/sec)	クッション		
		材料	厚さ (cm)	弾性係数 (kg/cm ²)
U2	98	ウレタン	2	500
PH2	98	松(横目)	2	1000
N4	98	エポキシ	4	3500
E4	63	エポキシ	4	6000

* 測定はダイヤルゲージによる。

表2. ヒューム管の特性

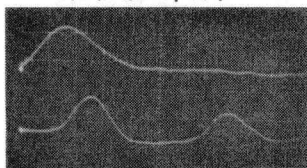
外径 (cm)	肉厚 (cm)	長さ (cm)	軸方向鉄筋	単位重量 (kg/m ²)	弾性係数 (kg/cm ²)
12.5	2.5	381	φ3mm x 12本	0.0024	400000

* 長さ約 2 m のものを2本を接着剤で接合

写真 実測波形状 (上, σ_A ; 下 σ_B)

縦目盛 0.5 mV/div = 2.1 kg/cm²/div; 横目盛 0.5 msec/div.

(1) 実験例 N4



(2) 実験例 E4

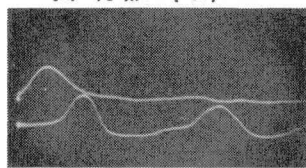
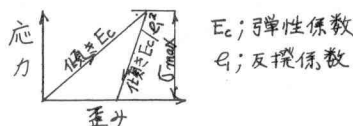


図2. linear cushion-block 型 応力-歪み曲線



なりの差がみられる。これはクツシヨンの弾性係数が小さい程、粘性的要素が増大するためと思われる。今、クツシヨンの力学的モデルとして図3のaに示すような3要素型を使って理論波形を求めると図4の曲線cようになる。これを見るとクツシヨンが軟い場合にはlinear型よりは3要素型の方が妥当な結果をもたらすように思われる。

iv コンクリート管の内部摩擦 クツシヨンの応力-歪み関係は未知なものとし、一方クツシヨン内部に生ずる力 $F_c(t)$ は近似的に $G_A(t) \times A_c$ に等しいと仮定する。但し A_c はヒューム管の断面積である。実測波形から $F_c(t)$ を求め、この $F_c(t)$ を直接ヒューム管に作用させて G_B の理論波形を求めると図4の曲線eとなる。この曲線eは G_B の実測波形である曲線dと一部を除いて大畧一致している。このことはSmithの解法によつてコンクリート管中の応力波の伝ばがかなり正確に表わされることを示す。なおこの計算ではコンクリートの力学的モデルとしては図3のbのフオークト型を用い内部摩擦係数は $B = \frac{\eta}{E_0} = 0.00001/sec$ としたが、 $B=0$ としても結果は程んじ変らない。この実験の範囲ではコンクリートの内部摩擦は無視できるものと思われる。次に、曲線dとeとの不一致は自由端からの反射波に関連して生じている。つまり実測波形では、自由端における応力波の反射は不完全にしが進行していないことになる。この点については今後更に検討する。

4. 文献 1) E.A.L. Smith, "Pile Driving Analysis by the Wave Equation", A.S.C.E. Aug. 1960.
2) L.L. Lowery, T.J. Hirsch, G.H. Samson, "Pile Driving Analysis-Simulation of Hammers, cushions and Soil", Texas Transportation Institute, Aug. 1967.

おわりにヒューム管を提供していただいた日本ヒュームK.K.に厚く感謝の意を表す。

(上記の計算は京都大学大型電子計算機によつた。)

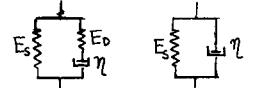
表3. 最大打撃応力 G_{Amax}

実験例	最大打撃応力 (立ち上がり時間)	
	$G_{Amax} (kg/cm^2)$	$t_1 (msec)$
U2	23.7 (1000)	23.8 (1700)
PH2	26.6 (1000)	31.2 (1170)
N4	31.4 (830)	37.8 (860)
E4	25.7 (570)	28.3 (635)

* Linear-block型, 打撃効率 $e=1$

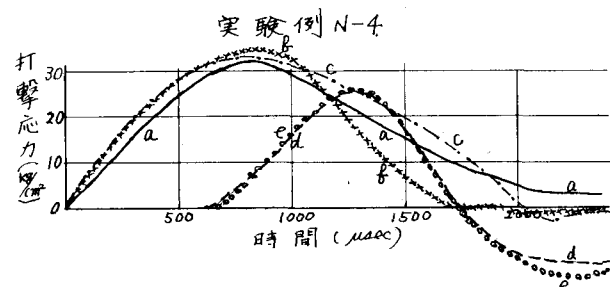
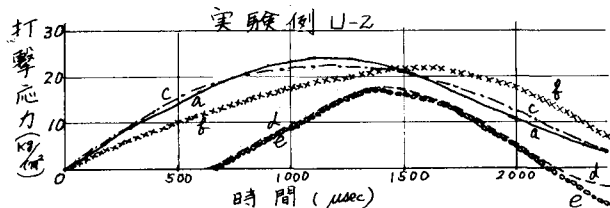
図3.

a. 3要素型 b. フォークト型



E_s, E_0 ... ばねの弾性係数
 η ... ダッシュポットの粘性係数

図4. 実測波形と理論波形との比較



a --- G_A の実測波形
b xxxx linear-block型による G_A の理論波形
 $E_c = 500 kg/m^2, e_1 = 0.50$
打撃効率 $e = 0.9$
c --- 3要素型による G_A の理論波形
 $E_s = 400 kg/m^2, E_0 = 600 kg/m^2, B = 0.001/sec$
打撃効率 $e = 0.9$
d --- G_B の実測波形
e $F_c(t)$ を管頭に加えて得られた G_B の理論波形

a --- G_A の実測波形
b xxxx linear-block型による G_A の理論波形
 $E_c = 3500 kg/m^2, e_1 = 0.50$
打撃効率 $e = 0.9$
c --- 3要素型による G_A の理論波形
 $E_s = 3000 kg/m^2, E_0 = 1000 kg/m^2, B = 0.0005/sec$
打撃効率 $e = 0.9$
d --- G_B の実測波形
e $F_c(t)$ を管頭に加えて得られた G_B の理論波形