

コンクリート管の打撃応力について

京都大学 正員 工博 岡田 清

大阪府立高専 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、さうにそれに基づいて打撃応力の波動方程式による解法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クツシヨンをつけ、これに重量26.58kgの重錘(1辺の長さ15cmの立方体)によつて縦衝撃を加えた。実験は表1に示す4通りの場合について行つた。ヒューム管には管頭から10cm, 274cmのところに共和紙ゲージK10A1を貼布した。衝撃速度の測定には光電管東芝DS13を用いた。応力波の観測にはデューアルビームシンクロスコープ岩崎DS5015を用いた。ヒューム管はJIS見附(A5310-1960)によるものでその特性を表2に示す。

3. 実験結果とその検討

i) 最大打撃応力 σ_{Amax} 実験の結果として写真(1)~(4)のような応力波が得られた。各々の場合についてSmithの解法¹⁾を適用して応力波の理論解を求めた。その結果をまとめると、表3のようになる。これで見ると、最大打撃応力 σ_{Amax} , その立ち上がり時間 t_1 ともにSmith解の方が実測値よりも大きくなっている。

なお σ_{Amax} および t_1 についてHirschの解法²⁾で計算して得られた結果はSmith解とほぼ完全に一致した。

ii) 応力波形およびクツシヨンの応力-歪み関係 実験例U2の場合について、 σ_A の実測波形(写真(3))とSmith解による波形を比較すると図2の曲線a, bのようになる。この場合、クツシヨン(ウレタン2cm厚)の応力-歪み関係を図3の曲線II ($E_c=500 \text{ kg/cm}^2$, 反捲係数 $\nu=0.25$) のように仮定したが、これはクツシヨンの静的圧縮試験の結果得られた応力-歪み曲線(図3のI)に基くものである。ここでクツシヨンの応力-歪み関係を未知数とし、一方向クツシヨン内に生ずる力 F_c については $F_c = \sigma_A \cdot A_p$ (A_p

はヒューム管の断面積)が近似的に成立すると仮定して σ_A の実測値から F_c を計算し、クツシヨン

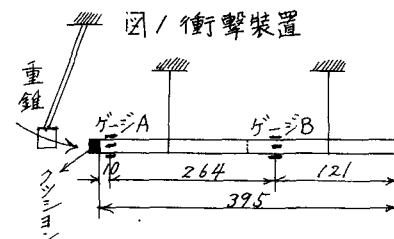


表1 実験例

実験例	衝撃速度 cm/sec	クツシヨン			
		材料	断面積 cm ²	厚さ cm	弾性係数 kg/cm ² *
PH2	98	松**	78.54	2	1000
PH4	"	"	"	4	750
U2	"	ウレタン	"	2	500
U4	"	"	"	4	500

* σ_{Amax} 実測値に対応する静的弾性係数
** 横目

表2 ヒューム管の特性

断面積 cm ²	長さ cm	鉄筋	単位重量 kg/cm ²	弾性係数 kg/cm ²
78.54	395	軸方向 φ4.5×12本	0.0024	400000

1) 外至12.5cm, 内至7.5cm

2) 長さ200cmのもの2本を接着剤で接合

表3 最大打撃応力 σ_{Amax}

実験例	最大打撃応力 (立ち上がり時間) $\sigma_{Amax} \text{ kg/cm}^2$ ($t_1 \text{ msec}$)	
	実測値	Smith解
PH2	26.6 (1000)	31.2 (1170)
PH4	21.1 (1325)	28.0 (1370)
U2	23.7 (1000)	23.8 (1700)
U4	12.7 (1600)	17.3 (2325)

の断面が近似的に成立すると仮定して σ_A の実測値から F_c を計算し、クツシヨン

の位置にこの F_c を発生させるような応力-歪み関係を Smith 解法によつて逆算³⁾すると図3の曲線Ⅲのようになる。この図3-Ⅲを基にして、 $E_c = 700 \text{ kg/cm}^2$ 、反撥係数 $e = 0.25$ として σ_A の理論波形を求めると、図2の曲線Cのようになる。これを見ると、曲線Aの σ_{max} のところで over-shoot が起つている。現在のところ Smith 解法では図3-Ⅲのような動的応力-歪み曲線を忠実に追跡させる方式は考えられておらず、これが over-shoot の原因になっているものと思われる。この更については今後更に検討したい。

iii) コンクリート管の内部摩擦 上述のシミュレーションの手法で計算すると σ_B の理論波形は図4の曲線eのようになり、実測波形である曲線dと大畧一致した。このことは Smith 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せることを示すように思われる。なおこの計算ではコンクリートの内部摩擦係数¹⁾を $B = 0.00001/\text{sec}$ としたが、 $B = 0$ としても結果はほとんど変らない。この実験の範囲内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。

(計算は京都大学大型電子計算機によつた。)

4. 文献 1) E. A. L. Smith, 'Pile Driving Analysis by the wave Equation', A. S. C. E. Aug. 1960

2) 岡田 清, 既製コンクリートくい打ち法工法の基準化に関する研究, (建設省神助金) 昭和42年3月

3) L. L. Lowery, T. J. Hirsch & C. 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.に厚く謝意を表する。

図3 クッションの応力-歪み関係 (Case U2)

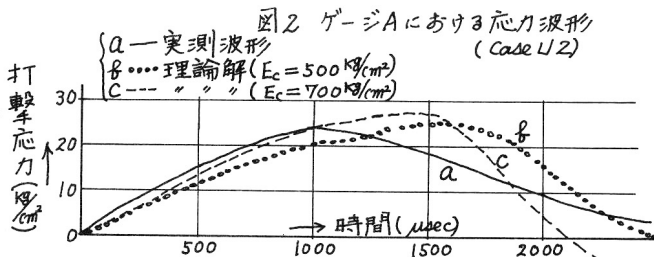
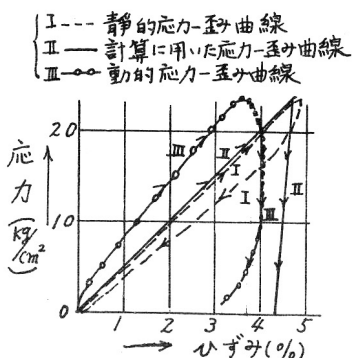


図4 ゲージBにおける応力波形 (Case U2)

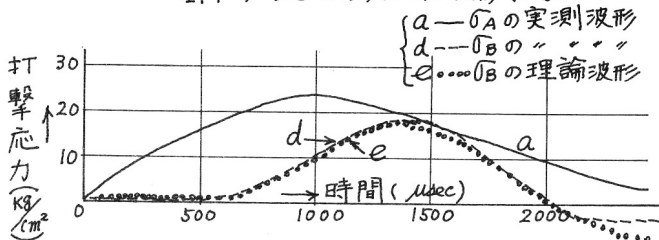


写真 (1) ~ (4)
上の波形, σ_A ; 下の波形, σ_B
縦目盛 $0.5 \text{ mV/D} = 21.1 \text{ kg/cm}^2/\text{D}$
横目盛 0.5 msec/D

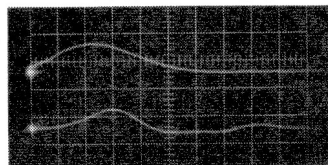
(1) case PH2

$\sigma_{A\text{max}} = 26.5 \text{ kg/cm}^2$



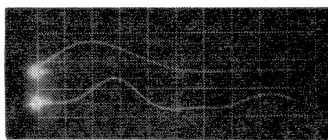
(2) case PH4

$\sigma_{A\text{max}} = 26.1 \text{ kg/cm}^2$



(3) case U2

$\sigma_{A\text{max}} = 23.7 \text{ kg/cm}^2$



(4) case U4

$\sigma_{A\text{max}} = 14.1 \text{ kg/cm}^2$

