

## (21) 落石覆工に作用する衝撃土圧の三次元動弾性論による一検討

大阪市立大学工学部 ○小林 治俊  
 大阪市立大学工学部 園田恵一郎  
 大阪市立大学工学部 上林 厚志  
 大阪市立大学大学院 中岡 健一

【1】まえがき 落石覆工敷砂部を伝播して覆工に作用する衝撃土圧に関しては、実験・理論の双方により検討がなされている。実験[1, 2]によれば緩衝効果は層厚が高々120cm迄であり、それ以上厚くしても緩衝効果は望めないとしている。また、岸ら[3]も敷砂部を2次元平面弾性問題と仮定し有限帯板法により解析し、衝撃土圧の緩衝効果は敷砂のみではほとんど望めないとしている。

本研究は衝撃土圧に関する敷砂部の3次元効果を検討する為、岸らと同様に落石の敷砂部への貫入、敷砂の飛散、敷砂部の塑性変形等を見捨て、動弾性理論に基づく解析を行ったものである。

【2】解析 衝撃を受け敷砂部を応力波が伝播するごく初期の時間領域では応力波は衝撃地点から遠方の境界周囲の影響を受けないので、解析の便を考え敷砂部を円盤と仮定する。すなわち、敷砂部は半径 $b$ 、厚さ $h$ の弾性円盤、覆工は剛基礎、落石による衝撃力は円盤上面に半径 $a$ の円形部分に作用する等分布荷重 $qf(t)$ とし、円盤中央面に $(r, z)$ 座標を取る。減衰の無い場合、変位 $(u, w)$ で表した3次元等方性軸対称問題の支配式および本問題の境界条件は次式で与えられる。

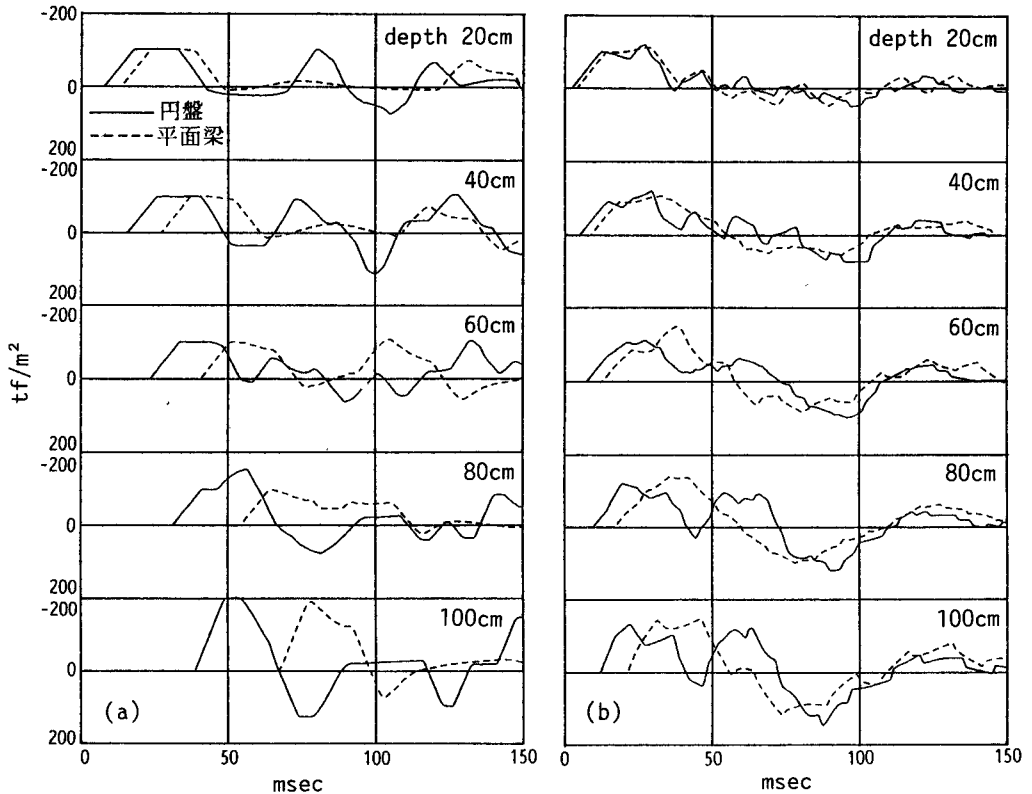


図1 敷砂中心軸上の土圧応答曲線 ( $h=100\text{cm}$ ): (a)  $\lambda = 100\text{tf/m}^2$  (b)  $\lambda = 1000\text{tf/m}^2$

$$G \left[ \Delta u + \frac{1}{1-2\nu} \frac{\partial e}{\partial r} - \frac{u}{r^2} \right] = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad G \left[ \Delta w + \frac{1}{1-2\nu} \frac{\partial e}{\partial z} \right] = \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$w = \sigma_z = 0 \quad (r=b), \quad \sigma_z = -q(t), \quad \tau_{rz} = 0 \quad (z=-h/2), \quad \sigma_z = \tau_{rz} = 0 \quad (z=h/2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、G=せん断弾性係数、 $\nu$ =ポアソン比、 $\rho$ =密度、t=時間、e=体積ひずみ、 $\Delta$ =ラプラシアン。

支配式にモード法を用いれば級数解が求められるが、詳細は文献[4]に記したので省略する。

**【3】数値計算例** ポアソン比 $\nu=0.45$ 、ラメの定数は非常に柔らかいとされる $\lambda=100\text{tf/m}^2$ 、硬いとされる $\lambda=1000\text{tf/m}^2$ の2種類[5]、敷砂部半径および厚さは $b=500\text{cm}$ 、 $h=100\text{cm}$ 、作用荷重は半径 $a=50\text{cm}$ の円形に分布する最大強度 $q=100\text{tf/m}^2$ の台形入力波形 $f(t)$  [0→10→25→35msec]とした。なお、2次元解析でも敷砂部を平面梁としてモード法により取扱い、岸らの結果と比較したが、本解析が応力波の伝播時間を精密に表現している他は良好な一致を見た。

図1は敷砂中心部各層での土圧の時間的变化を表している。敷砂部を伝播する縦波の速度は、敷砂部が3次元体(円盤)の場合が2次元体(平面梁)の場合よりも速いため、円盤の応答が先に始まる。応答波形に多少の違いが見られるが、その最大応答値は $\lambda$ の値の違いによらず、円盤とする取扱いと平面梁とする取扱いの結果に大きな差は無く、取扱った層厚100cmでは土圧の緩衝効果はないようである。図2は、敷砂部を円盤とした場合、その底部(覆工)の土圧に対する層厚の影響を示したものである。 $\lambda=100\text{tf/m}^2$ の場合、層厚によらずその最大値は作用荷重のほぼ2倍である。一方、 $\lambda=1000\text{tf/m}^2$ の場合では層厚が増すにつれ緩衝効果が現れるようだが、層厚200cmの場合でも作用荷重の約25%しか減少していない。

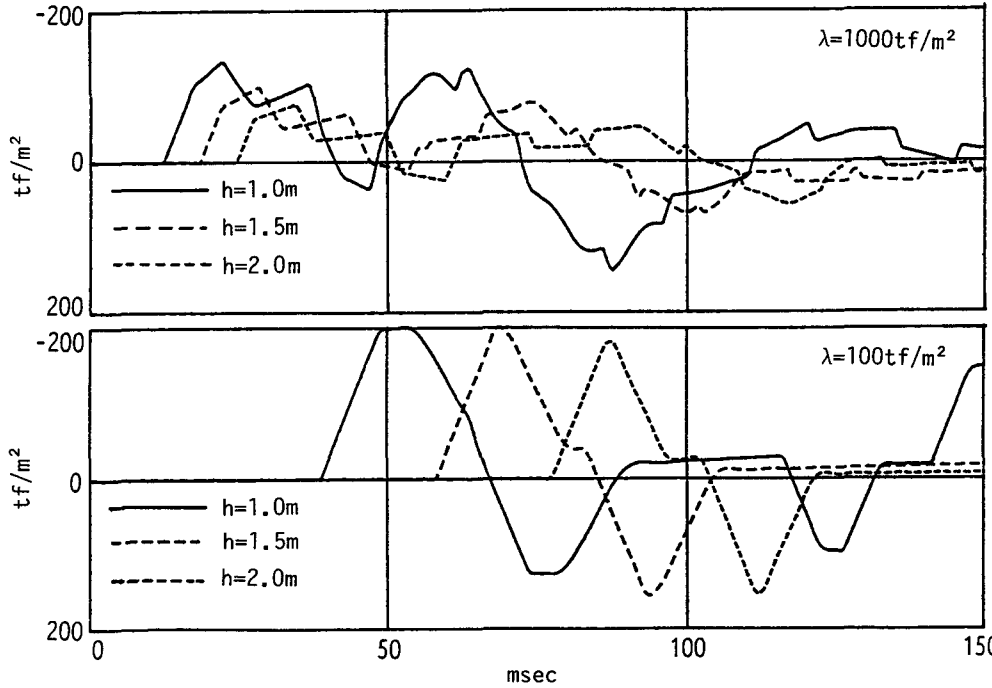


図2 層厚の変化による敷砂底部の土圧応答曲線

**【参考文献】** [1]鋼材倶楽部:新しい落石覆いの開発に関する研究, 鋼材倶楽部研究報告, 1973. [2]吉田他:道路, No. 444, p. 38, 1978. [3]岸他:構造工学論文集, Vol. 34A, p. 817, 1988. [4]小林他:構造工学における数値解析法シンポジウム論文集, 第14巻, p. 275, 1990. [5]落石対策便覧:日本道路協会, 1983.