

V-12 巻破による地盤および建物の振動

神戸大学 正島 畑中元弘

最近、建設工事の増大とともに種々の振動源による振動障害も増加してきているようであるが、今回は筆者がこれまでに測定した2,3の事例について報告する。

1. 地盤の振動

一般に自然地表で生じる人為的な原因によつて生じる振動を総称して人工地盤と呼ばれることがあるが、このような振動についてばかり古くから研究されてあり、これらの結果を総合すれば、地盤はほぼ数分の1〜十数分の1秒程度の周期をもつた Rayleigh 型の波が優勢で、しかも上下方向と水平方向の振幅がほぼ同等である場合が多い。しかしながら巻破による地盤の振動は非常に衝撃的であり、巻破点附近の応力は弾性限度をこえている。したがつて爆破点附近では弾性論にもとづいた解析適用でなくなり、R.F. Howel, E.K. Konkonen¹⁾は爆破点近の振動の減衰を与えらるるとして2次式と提案している。

$$E_x = E_0 x^{-a} e^{-bx} \quad (1)$$

ただし E_x , E_0 はエネルギー、 a, b は減衰常数である。

採石を主目的とした採鉱場、火薬等の立場からはこのような式が対象になるであろうが、しかしながら振動障害と問題とあるわけからいへば、塑性領域よりも十分に弾性領域の問題であると考へられる。この場合の振動の距離による減衰は一般に2次のように表わされる。

$$\text{実体波に對し } y_n = y_0 \frac{x_0}{x_n} e^{-\alpha(x_n - x_0)} \quad (2), \quad \text{表面波に對し } y_n = y_0 \sqrt{\frac{x_0}{x_n}} e^{-\alpha'(x_n - x_0)} \quad (3).$$

ただし、 y_0 , y_n はそれぞれ爆破点より x_0 , x_n 距の点の振幅、 α, α' は距離による減衰係数である。

図-1および図-2は筆者の測定した1例で、図-1は某放水トンネル内で測定した振幅およびカールソン系統で測定した振動数と測定したもの、後者は九州の某採石現場で測定したものである。なお図中に記入した α の値は、測定時の状況および振動記録からそれぞれ実体波および表面波として求めた値である。この例では図-1 a), b) に対し、それぞれ $\alpha = 0.092 (1/m)$, $\alpha_s = 0.094 (1/m)$, 図-2 では $\alpha' = 0.004 (1/m)$, ($x < 300$), $\alpha' = 0.002 (x > 300m)$ という値がえられる。また同所の某採石工場の測定値は $\alpha = 0.049 (1/m)$ (薬量約1kg, 側断長40m, 花崗岩) であつた。なお(1)式と(2), (3)式は、両式を比較すれば明らかのように本質的にことなつたものではなく、(2), (3)式は(1)式の係数 a, b が特定の値をとつた場合と考へられよう。日本油脂株式会社、清水建設、伊藤博士らは協同研究の結果、比較的低範囲に適用される式として、振幅 $y (mm)$, 薬量 $C (kg)$, 距離 $x (m)$ の関係は次式

$$y = 0.195 C^{0.9} x^{-1.5} \quad (4) \quad \text{で表わしてゐる。}$$

2. 振動の許容値および許容範囲について

爆破に際し、また問題になるのは作業現場の近くに人家のある場合である。人体風量

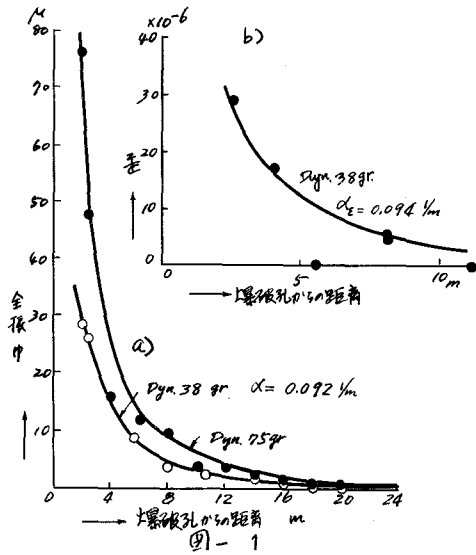


図-1

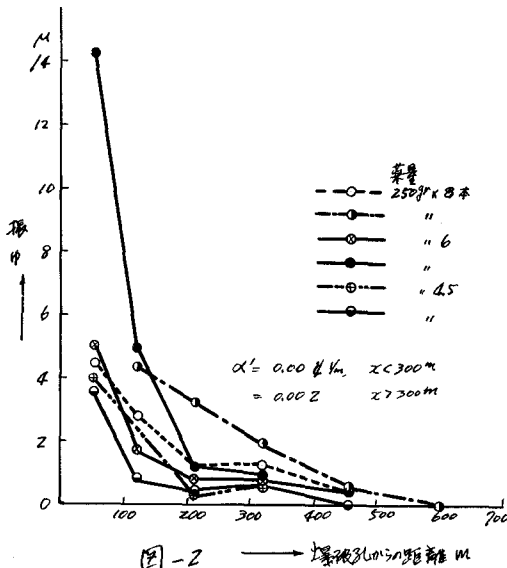


図-2

をもとにして求めた振動の許容値については建築学会振動分科会の規程(案)³⁾や阪大構築学教室の提案⁴⁾などがあるが、これらの知られるように一般の人工地盤に較べて爆破の場合には、周期が之れだけ短かくなるので、許容加速度値も之を非常に大きく取らねばならぬ。

つまり人家は殆ど、既設構造物に被害を与えない振動の限度に之をば速度や加速度などの規程があれば工事の合理的計画、施工に便利である。いま一例として筆者がとり扱った既設トンネルに接近して平行に並走路を新設する場合を示そう。爆破によるトンネルライニングの振動および、トンネル内部を走行する車輛による振動およびを調べ、並走工事による並走路の影響の方がはるかに大きいことを確かめ、並走路の

並走路の伝播速度($V_p=4500 \text{ m/s}$)、並走路の既設の資料を参照して破壊強度および弾性係数 E を推定した。つまり p と並走路の安全率を除き許容応力 σ_a を求め、 $Ea = \sigma_a/E$ より許容変位を求めた。この例では $Ea = 30 \times 10^{-6}$ とした。その値は伊藤博士の提案とほぼ同一である。一方またついで(2)式と同様の関係が成立するものとし、振動の2乗がEnergyと等しいと仮定し、並走路の距離 x と Ea とを定する並走路と求めた。

家屋の振動については実測例が少ないので、詳細は不明であるが、家屋の周期と地盤周期の比が爆破の場合には一般の人工地盤のものに較べて非常に大きいので、家屋の振動/地盤の振動

の値は沖積地盤におけりほど大きくは取らねばならぬ。殆ど建物の被害に因る資料はわが国ではほとんど乏しく、諸外国の例が日本土木学会から報告されている。

1) Bull. of Seismological Society of America, Vol. 44, No. 3, p. 481, 2) 日本道路公社土木工学部技術センター資料, 3) 建築雑誌 Vol. 74, No. 870, p. 59, 4) 建築工学, Vol. 14, No. 3, p. 18, 5) Memoirs of Fac. of Engr., Kotou-u, Vol. 18, No. 11, 1956, 6) 日本土木学会資料センター資料.