

発破による砂質土の締固めについて

関西大学工学部 正会員 桶見晴重

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎

1. 緒言 砂質地盤の締固めには、振動や衝撃荷重等の動的荷重による方法が非常に有効な手段として考えられ、現在、動的荷重を用いた種々の工法が提案され、実用化されている。これらの工法は機械力によるものがほとんどであり、原理的にも施工結果上からも多くの問題が残されているように思われる。

本研究は、経済的かつ簡便で、レガも大きな衝撃力が得られる爆発に着目して、この動的荷重を利用した締固め工法に関して基礎的実験を、模型地盤について行ったのでここに報告する。

2. 実験方法 実験は、図-1に示すように、 $2.23 \times 2.76\text{m}$ 、深さ 0.7m のコンクリート製砂槽で行った。この砂槽内に乾燥した川砂を層厚が約 60cm となるように詰めた。模型地盤全体の乾燥密度 ρ_d は 1.529t/m^3 であった。なお川砂の諸物性は最大粒径 9.52mm 、 $G_s=2.645$ 、 $U_c=4.58$ である。発破の振動源としては、起爆薬 0.42g 、添装薬 0.45g の6号瞬発電気雷管を用いた。電気雷管は、図-2に示すように砂層表面から 10cm 、 25cm 、 40cm の深さに装薬した。ここで、これらの発破条件をそれぞれ E_{10} 、 E_{25} 、 E_{40} とする。各発破後、表面沈下は発破点を中心として、N、E、S、W方向にそれぞれ水平距離で 0 、 5 、 10 、 15 、 30 、 40 、 60 、 80cm の位置で測定した。また、発破時の地盤振動特性を把握するために、発破振動の計測を同時に行った。図-1に示すように、速度型受振器をS方向に水平距離で 5 、 20 、 40 、 60 、 80 、 100cm の位置に設置し、バクトルケーブルを通じて、電磁オシログラフに記録した。なお地盤振動の解析には、図-2に示すように直距離Rで整理した。

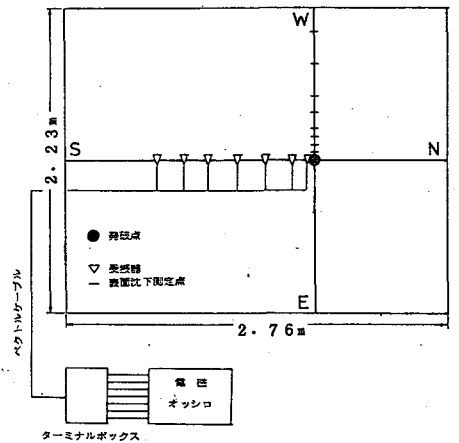


図-1 模型地盤の平面図および実験装置

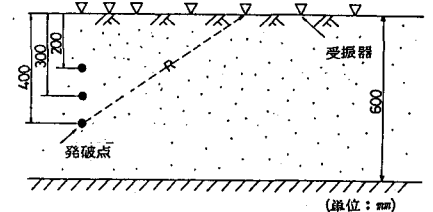


図-2 模型地盤の断面図

3. 実験結果 岩石やコンクリート等の弾性体物質中で一自由面発破を行なった場合、自由面がクレータ状に変形または破壊する。この傾向は砂質土中で発破を行ったときでも現れられており、この現象を示したのが図-3である。この図は各発破条件下における、砂層表面の沈下状態を示している。ただし E_{10} においては、発破位置が浅すぎたために、上部の砂が一部飛散してしまい、実際の沈下量は計測できなかった。これらのクレータ状に沈下した体積量を求めるために、図-4に示すように、沈下断面積 S_d を求め、それを発

破点を通り、初期地盤表面に交わる直線を軸とした三角形の回転体として、式(1)によって求めた。

$$V_s = \pi \int_0^a (2A/a^2 \cdot x - 2A/a) dx \quad \text{--- (1)}$$

図-5は各発破条件下において、式(1)により求めた沈下体積 V_s と発破位置との関係を示したものである。この図より、最大の沈下体積が得られているのは E_{25} の場合であり、乾燥砂ではこの深さの発破が比較的効率のよい発破条件であると考えられる。

E_{40} は E_{25} に比べて沈下体積は小さくなっているが、この原因としては、乾燥した砂層内での発破は、発破振動の減衰が著しく、衝撃波が卓越するのは装薬位置のごく近傍のみであり、それ以外の周囲では弾性波として伝播していく。したがって、比較的ゆるく堆積している砂層上部までの距離が長いと、表面沈下量は小さくなるものと考えられる。

図-6は、各発破条件下における第一波の最大変位加速度比 γ_1 と直距離 R との関係を示したものである。この図より各条件下とも、同様の減衰傾向を呈しており、式(2)~(4)が求められた。

$$E_{10}: \gamma_1 = 8.49 \times 10^4 R^{-3.15} \quad \text{--- (2)}$$

$$E_{25}: \gamma_1 = 4.13 \times 10^5 R^{-3.41} \quad \text{--- (3)}$$

$$E_{40}: \gamma_1 = 9.48 \times 10^4 R^{-3.00} \quad \text{--- (4)}$$

本実験で使用している川砂の締固め密度(乾燥密度) ρ_d と最大加速度比 γ_1 との関係は、前回報告した実験装置¹⁾を用いて求めた。ただし含水比 $w=0\%$ である。この結果式(6)が得られた。

$$\rho_d = \frac{\gamma_1}{0.593 \gamma_1 + 0.0844} \quad (\gamma_1 > 0.5) \quad \text{--- (5)}$$

式(5)に模型地盤の初期乾燥密度 $\rho_{d0} = 1.529 \text{ g/cm}^3$ を代入すると、 $\gamma_1 = 1.39$ となり、この値を式(2)~(4)に代入すると R は E_{25} : 40.3 cm, E_{40} : 40.9 cmとなる。これは各発破条件下による表面変形の限界距離を示しており、図-3からも明らかにように、ほぼ一致した値となっている。

(参考文献)

1) 楠見, 谷口: 衝撃荷重による高含水砂の締固めについて, 土構会報60年講Ⅱ-49

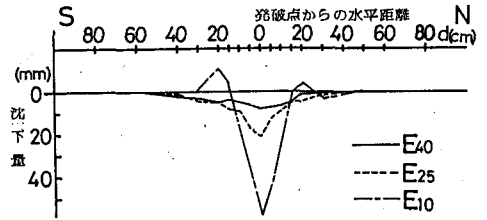


図-3 各発破条件下における表面沈下

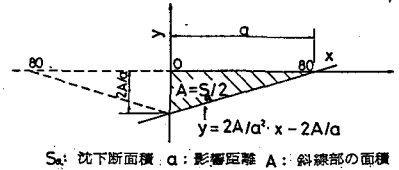


図-4 沈下体積計算法

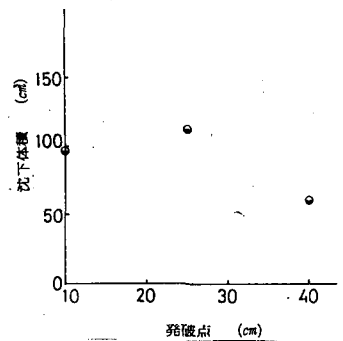


図-5 沈下体積と発破位置との関係

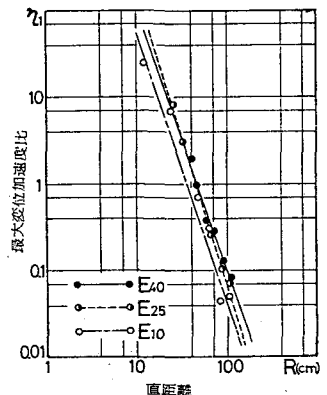


図-6 各発破条件下における γ_1 - R 曲線