

発破による盛土地盤の締固めについて

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎
 関西大学工学部 正会員 楠見晴重

1. 緒言

砂質土の締固めには、衝撃、振動荷重等が非常に有効であることが認められ、それらを利用した種々の工法が開発されている。しかし、取扱いが簡単で非常に大きな衝撃力が得られ、しかも経済的な発破による工法はほとんど開発されていない。筆者らは、ここ数年発破による工法を検討するために種々の室内実験を行ってきたが、今回、実際の鉾サイ堆積場において、実験を行う機会を得たので、これらの結果について報告する。

2. 実験現場の状況

鉾サイ堆積場は、図-1に示されるような上部が平坦な盛土構造となっており、鉾山から排出された鉾サイ、泥サイ、砂等によって人工的に盛りれたもので、盛土厚は平均20m前後となっている。堆積場の支持力を調べるために、盛土上部9ヶ所においてスウェーデン式サウンディング試験を実施した。その結果 $W_{50}=50\text{kgf}$ 前後の値が得られ、当堆積場は非常にゆるい構造にあると推察される。図-1に示されるように、 B_1 、 B_2 、 B_3 の3点を爆破点とし、相互の間隔を5mとした。この付近の自然水位は約-1.0mである。

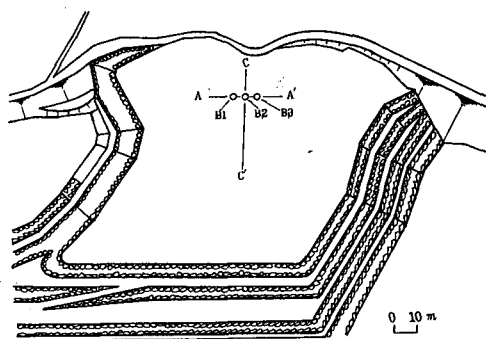


図-1 鉾サイ堆積場平面図

3. 実験方法

3つの爆破点は B_2 (薬量400g)→ B_1 (800g)→ B_3 (800g)の順に爆破されたが、その時間間隔は B_2 → B_1 が2時間、 B_1 → B_3 が19時間である。各爆破点の装薬位置はG.L.-35mである。沈下測定点は盛土上部において B_2 を中心放射状に24点とし、各発破後ならびに長期的な沈下量観測を実施した。 B_2 、 B_3 の発破時には、C-C'方向を測線として、地盤振動の計測もあわせて行った。

4. 沈下量

図-2は B_3 発破直後における盛土上部の沈下状況を示したものである。これによれば、発破地点からほぼ楕円状に地盤が沈下しているのが認められ、最大沈下量の観測は B_1 と B_2 のほぼ中間に位置する地点で得られ、その値は-18.2cmであった。

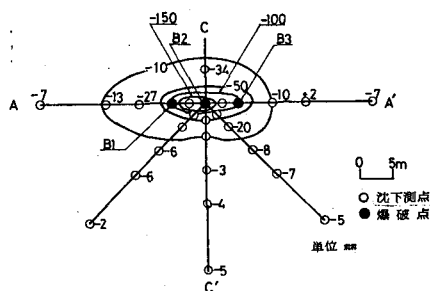


図-2 B_3 発破直後の沈下状況

図-3は3回の発破直後に得られたA-A'測線の沈

下状況と断面図で表わしたものである。各発破によって沈下量の増大して行く様子が認められ、その形状はクレータ状を呈している。実験後の継続的な観測によれば、約1ヵ月後には沈下が安定し、それ以後ほとんど変化はなかった。図-3の点線は、第3回発破後34日目に観測した沈下曲線である。これより、最終の最大沈下量は-28.9mに達した。一般に、このような軟弱な盛土地盤では、沈下が安定するのは、4~5ヵ年必要と考えられるが、本方法によると約1ヵ月で終了させることが可能であると思われる。

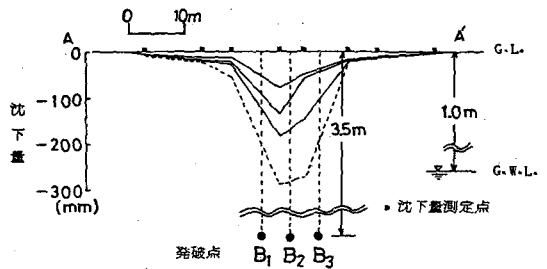


図-3 A-A' 測線の表面沈下断面図

表-1 B₂発破の振動解析結果

測点 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
距離 (m)	5.25	2.89	4.59	3.51	4.33	6.27	8.95	10.61	13.25	15.88	20.38	25.29
変位 (cm)	0.178	0.390	0.112	0.105	—	0.056	0.077	0.028	0.016	0.013	—	—
変位速度 (mm/s)	19.0	41.6	12.0	11.2	—	6.0	2.9	3.0	1.7	1.4	—	—
変位加速度 (m/s ²)	2029.5	4443.5	1281.8	1196.3	—	640.1	309.6	320.4	185.6	149.5	—	—

(—は欠測)

表-2 B₃発破の振動解析結果

測点 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
距離 (m)	9.76	5.88	3.17	3.51	4.26	7.96	9.89	11.83	14.17	16.52	21.01	26.00
変位 (cm)	0.056	0.133	0.256	0.112	0.047	0.037	0.032	0.021	0.016	—	—	—
変位速度 (mm/s)	6.0	14.2	27.3	12.0	5.0	4.0	3.4	2.2	1.7	—	—	—
変位加速度 (m/s ²)	640.9	1516.8	2916.0	1281.8	534.1	427.3	363.2	235.0	185.6	—	—	—

(—は欠測)

5. 発破による振動

発破振動の計測には受振器として Geospace 社製 K-28型を用い、その出力を電磁オシログラフに直記させた。この波形記録から卓越周波数は約20Hzで、各測点において計測された変位速度の値を基にして、変位量、加速度を計算した結果が表-1.2に示されている。

図-4.5は爆源からの直距離と最大変位速度との関係を示したものである。一般に最大変位速度を V_m 、爆源からの直距離を R 、葉量とすれば、 $V_m = k \cdot R^{-n}$ なる関係がある。ここに k は装薬条件に関する定数であり、 n は媒質中を伝播する波の減衰定数である。図-4.5から明らかなように、両対数目盛にプロットした $V_m \times R$ の関係は直線的な減衰傾向を示し、式(1)、(2)なる実験式が得られた。

$$(B_1 \text{ 発破}) \quad V_m = 214 R^{-1.86} \text{ --- (1)}$$

$$(B_3 \text{ 発破}) \quad V_m = 90 R^{-1.42} \text{ --- (2)}$$

一般に構造物などに被害を及ぼす変位速度として、5kine 以上になると高い危険率を示すといわれている。当堆積場で最も心配される盛土の法面の安全を考慮した場合、相当な安全率をもって2kine を限度とすれば十分と考えられる。式(1)(2)または図-4.5から、葉量と800gとした場合、2kine 以内の変位速度が生ずる範囲はほぼ $R=15m$ と考えられるので、これを安全距離とすることができると。

以上の実験結果より、爆破による方法は、安全確実に行える締固め工法であることと示唆した。今後、爆破によって生ずる沈下量と定量的に把握する必要がある。最後に、本実験に多大な御協力をいただいた株式会社建設企画の井上哲生氏に感謝する次第である。