

大量火薬発破時の地盤振動とコンクリートダムに対する保安距離

日本大学工学部 正会員 森 芳 信

まえがき 長野県須坂市近くの碎石山では、500kg～3tの火薬を用いた発破を週2回程度行なっている。この碎石山の工区内に高さ81mの重力式コンクリートダムが建設されることになり、ダムに影響を与えないためには発破時にどの程度保安距離をとるべきかが問題となった。これは、現地で発破振動の測定を行なうと共に、岩石試験を行なって保安距離を定めた一例を示すものである。

測定方法 発破振動の測定は4回行なった。オ1回からオ3回まではほぼ同じ地点での発破で、測定位置も3回ともほぼ同じ位置で行なった。オ1回からオ3回までの測定は、発破位置と測定位置との高低差（標高差）が大きく100mに近い。オ4回の測定ではその差は20m以内である。発破地点から地表面距離で130m～390mの間に4測点を設け、発破地点に最も近いオ1測点では水平2成分（発破方向、発破方向に直角な方向）、上下1成分を、オ2～オ4測点では上下方向成分のみを測定した。これは、地形の関係上、オ2～オ4測点では直接発破位置を見ることが出来なかったためである。各発破時の火薬量を表-1に示す。

表 1 発破薬量 (kg)

	オ1回	オ2回	オ3回	オ4回
ANFO爆薬	907.5	647.5	950.0	135.0
3号桐ダイナマイト	66.0	35.0	38.0	318.0
スラリー爆薬	20.0			
爆速によるANFOへの換算薬量総計	1086.6	722.9	1031.9	820.9
備 考	瞬 発	瞬 発	段 発	瞬 発

測定結果 オ1測点での測定によると、オ1～オ3回の場合では水平の発破方向成分が最も大きく、次いで上下成分、水平の発破直角方向成分の順であったが、オ4回の測定では、上下、発破方向、発破直角方向の順であった。これは地形の影響が大きく、一般に言われているような発破振動時に上下成分が大きいのは高低差の少ない地形の場合であると思われる。オ2～オ4測点では上下成分のみを測定していないが、オ1測点の各成分の大きさの割合から各水平成分の大きさを推定した。

薬量・距離・最大変位、あるいは最大速度の関係式が畑中、日本化薬、旭化成工業等により与えられているが、測定値はそれらの式よりかなり小さな値となっている。図-1は測定変位を畑中の式（表雪のない場合）と比較したものである。畑中の式は次式で表わされる。

$$\begin{aligned} y &= 4 \times 10^{-6} L^{2/3} \alpha^{-2.0} \quad (15m < \alpha < 250m) \\ y &= 520 L^{2/3} \alpha^{-1.2} \quad (250m < \alpha < 1500m) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

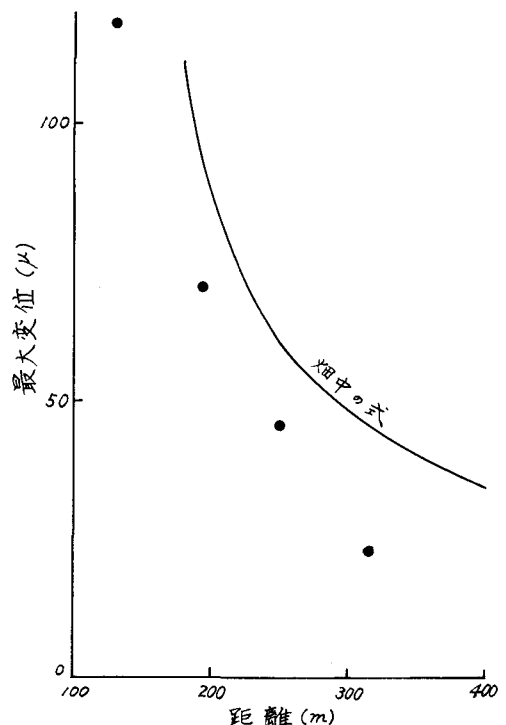


図 1 畑中の最大変位式と実測値 (オ4回 σ-D成分)

ここに

y : 最大変位 (μ)

L : 薬量 (kg)

α : 距離 (m)

保安距離のとり方 ダムへの保安距離のとり方は、ダムコンクリートにクラックを生じないこと、ダム周辺の岩盤にフラックを生じないこと、の二つの条件を満足させる距離とした。ダムコンクリートにクラックを生じない条件としては、発破時の最大速度がダム端で $V=5.1 \text{ cm/sec}$ (U.S. Bureau of Mines の規準) を越えないこと、ダムコンクリートに生じる動ひずみが 2×10^{-4} を越えないこと、を満足させるものとした。発破時の最大速度は、日本化薬の式をもとにし、実測値中の最大値から係数を定めて次の式から求めた。

$$V = 200 L^{\frac{3}{4}} \alpha^{-2.0} \dots (2)$$

ここに

V : 最大速度 (cm/sec)

ダムコンクリートに生じる動ひずみは次式により求めた。

$$\epsilon_v = 5.2 \times 10^{-3} L^{\frac{3}{4}} \left(\frac{1}{\alpha}\right) e^{-0.054\alpha} \dots (3)$$

ダム周辺の岩盤としては、ダム建設時に地質調査すべき範囲を考え、ダム前面では、ダム前面端から堤高+50m、ダム側方では側方端から50m、ダム後方ではダム前面端から堤高+100mの範囲を考え、この範囲内の岩盤にフラックを生じないことを条件として保安距離を定めた。岩石にフラックを生じない条件としては、岩石試験の結果から上記の範囲内の岩石に 13.9×10^{-4} 以上の動ひずみを生じないように式(3)を用いて保安距離を求めた。

これらの総々の保安距離の条件を満足するものを採用する保安距離として、各薬量毎に求めた。一例を図-4に示す。

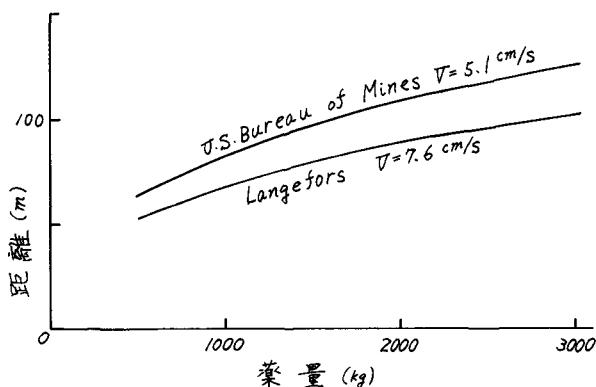


図2 許容最大速度と薬量、距離との関係

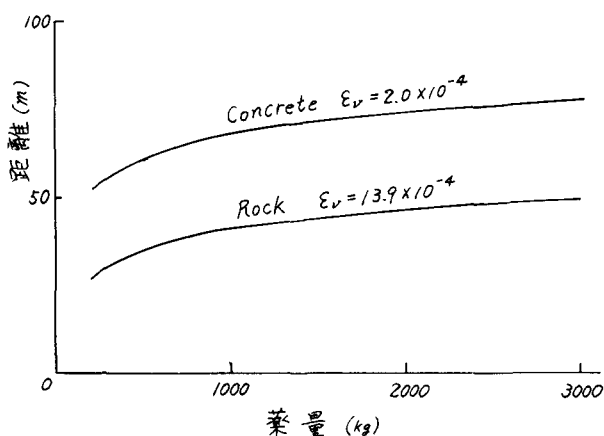


図3 許容ひずみと薬量、距離との関係

