

金沢大学工学部 正 ○吉 田 博
 金沢大学工学部 正 榊 谷 浩
 金沢大学工学部 学 鈴 木 哲次

1. よえがき

主要都市間を結ぶ産業幹線道路や、観光道路などの建設が比較的山岳地帯を通過して行なわれることが多くなり、また、既存の道路の整備に伴い、道路交通安全確保の上からも道路を落石などから保護する必要性がますます増大している。これまで敷設された多くの落石覆の設計施工における荷重および構造の選択は、現場の状況から判断して、その都度経験工学的に決定されているのが現況である。

同じ道路に敷設する構造物でありながら、道路橋においては数多くの詳細な理論的および実験的な研究が行われ、道路橋の設計および施工の規準が細部にわたって規定されているが、落石覆においては落石による衝撃力に対する規準すらもうけられていない。

本研究では、これまでの落石実験データをもとに、各種の衝撃力推定式の比較検討を行い、落石覆の合理的な設計のための資料を提示するものである。

2. これまでの研究

落石による衝撃力の研究は、昭和48年に発表された鋼材倶楽部の実験報告書が最初のものである。これによれば、衝撃力は、

$$P = W \cdot \frac{\alpha}{g} \quad (1)$$

にて与えられる。P：落石による衝撃力(t)、W：落石重量(t)、 α ：衝撃加速度、g：重力の加速度

つづいて、吉田らの一連の実験研究があり、それによれば、

$$P = 2\alpha \frac{V W}{g T_0} \quad (2)$$

であり、 α ：緩衝材の種類による係数、 $V = \sqrt{2gH}$ ：落石が緩衝材に衝突するときの速度(m/sec)、g：重力の加速度(9.8 m/sec^2)、 T_0 ：落石の静止時間(sec)であり、 α および T_0 は緩衝材の種類により次の値を用いる。

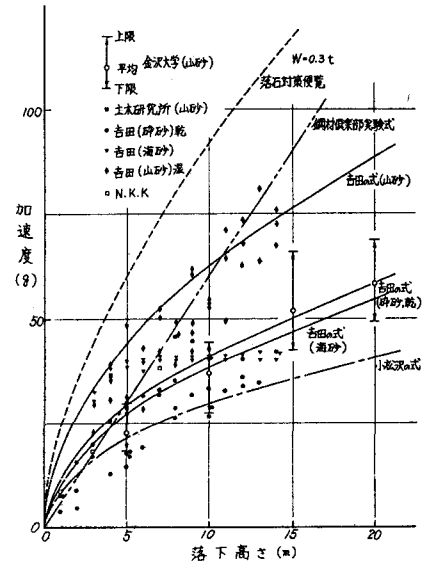


図-1 落下高さとの衝撃力の関係(W=0.3t)

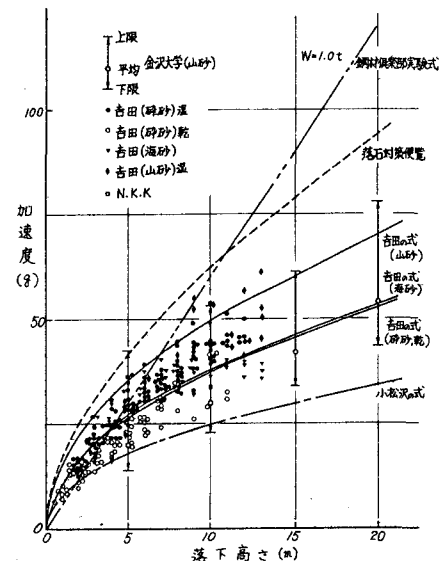


図-2 落下高さとの衝撃力の関係(W=1.0t)

砕砂 $\alpha = 1.12$, $T_0 = 0.0102W + 0.0755$

海砂 $\alpha = 1.26$, $T_0 = 0.0051W + 0.0614$

山砂 $\alpha = 1.21$, $T_0 = 0.0220W + 0.0485$

落石の衝撃力に関する理論式としては、緩衝材をばねと考えた小松沢の式

$$P = \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\gamma}} \right] W \quad (3)$$

ここに、 $\gamma = \sqrt{W/k\pi r}$, H : 落下高さ(m), W : 落石重量, k : クッション材のばね定数(500 t/m²), r : 落石を球体と考えたときの半径である。

また、落石および緩衝材を弾性体と考え、Hertzの衝突理論を用いて導いた式

$$P = 2.455 W^{\frac{2}{3}} \lambda^{\frac{2}{3}} H^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

がある。ここに、 λ : 緩衝材のラーメ定数(非常にやわらかい土 $\lambda = 100$ t/m², やわらかい土 $\lambda = 300 \sim 500$ t/m², 固い土 $\lambda = 1,000$ t/m²)

3. 実験値との比較

図-1および2は、落石重量0.3tおよび1.0tのこれまでの落石実験結果をプロットし、さらに、上記の各種推定式による値を同時に示している。

これらの図より、小松沢の式は衝撃力を過小に評価しており、鋼材倶楽部の式は非常に簡略化されており、落下高さが大きいときには、過大な値を与える。Hertzの衝突理論による式で、 $\lambda = 100$ t/m² としたものが落石対策便覧(案)に用いられているが、全般的に過大な値を与えるようである。詳細な検討結果は当日発表予定である。

4. 衝撃加速度と設計荷重

図-3は落下高さ20m、重量1tの重錘で、形状が球底、錐底および平底の3つのケースの衝撃加速度の比較を行なったものである。衝撃加速度の最大値は球底のものと錐底のものはほぼ等しいが、平底のものは約3倍となっている。これらの各形状の落石実験時のサンドクッション厚90cmの底部の土圧の波形を示したのが図-4である。衝撃加速度の大きな相違にもかかわらず土圧分布の差は少なく、わずかに、球底のものでは落下点で土圧が大きく、中心から離れると小さくなるが、平底では落下点よりその近傍の土圧が大きく、中心から離れた点でも急激には土圧が小さくならず、荷重の分布効果が大きいことがわかる。衝撃加速度より土圧に注目すべきであろう。

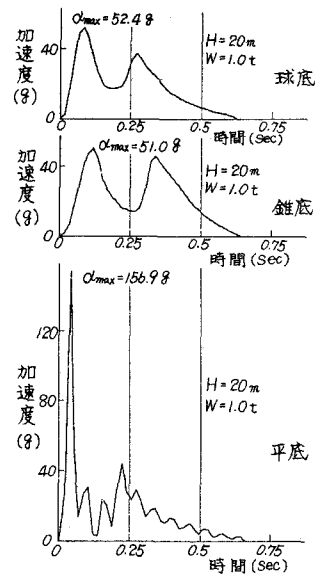


図-3 衝撃加速度の波形

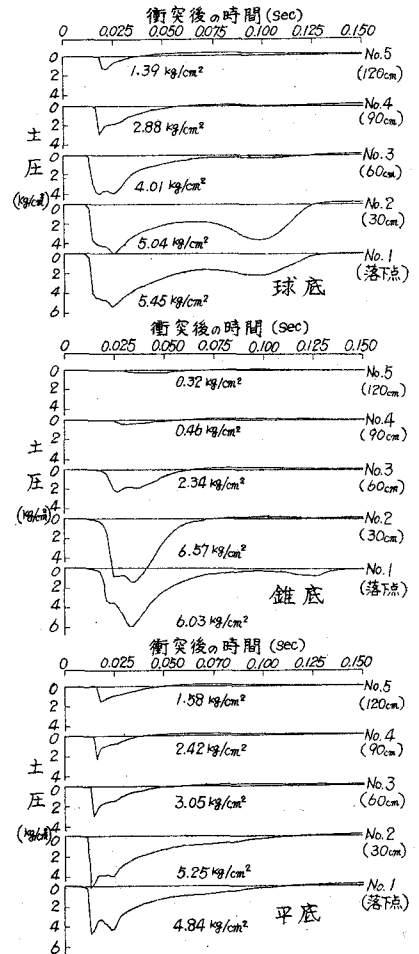


図-4 土圧の波形の比較