

(株)長大正員 尾山靖史
 室蘭工業大学 正員 岸徳光
 開発土木研究所 正員 中野修
 開発土木研究所 正員 西弘明

1. はじめに

敷砂材に代わる緩衝材として著者等が提案している三層緩衝構造（上部より敷砂材 50 cm 厚、RC版 20 cm 厚、EPS材 50 cm 厚）は、実験によれば、覆工構造物に伝達される応力の総和（以後これを伝達衝撃力と呼ぶ）は重錘質量に衝撃加速度を乗じて求められる力（以後これを重錘衝撃力と呼ぶ）の 1/2 程度、敷砂単独で用いる場合の伝達衝撃力の 1/4 程度に低減でき、荷重分散幅もほぼ緩衝材全体に均等に分布することが明らかになっている。しかしながら実設計を考える場合には、与えられた重錘重量や落下高さに対する最適な各層厚や芯材 RC版の断面設計を合理的に行えることが必要であるものと考えられる。

本研究では、三層緩衝構造の断面設計のための基礎資料を得ることを目的として、表裏層材の材料及び厚さを一定にし、芯材 RC版の剛性を変化させた場合の重錘落下衝撃力に対する緩衝特性や芯材の損傷程度について検討を行った。ここでは表裏層厚を 50 cm、重錘重量 3 tonf、落下高を 30 m に固定し、芯材 RC版の版厚、鉄筋比、コンクリート強度を種々変化させ検討を行っている。

2. 実験概要

2.1 実験方法

実験は図-1 に示すような約 7m 四方の剛基礎上に中心部 4m 四方の中心線上に 10cm ピッチに合計 39 個の伝達衝撃応力測定用のロードセル（受圧部直径 32mm、容量 100kgf/m²）を埋設し、各種三層緩衝構造を設置して行っている。

本実験では、表層材として 50cm 厚の敷砂材、裏層材として 50cm 厚の EPS材を用い、芯材を種々変化させ、3tf の重錘を高さ 30m から自由落下させている。表-1 に本研究で検討を行った実験ケースの一覧を示す。

2.2 芯材RC版

本研究で用いている芯材 RC版は、かぶりを 3 cm とし、表-1 のような版厚（20 cm、30 cm）、鉄筋比（0.5 %、1.0 %）、配筋（S：単鉄筋、W：複鉄筋）、コンクリート設計基準強度（210 kgf/m²、500 kgf/m²）と変化させ実験を行っている。

3. 実験結果

3.1 衝撃力の時系列分布

図-2 に重錘衝撃力と伝達衝撃応力を総和して得られる伝達衝撃力の時系列分布を示している。重錘衝撃力はいずれの場合も初期に

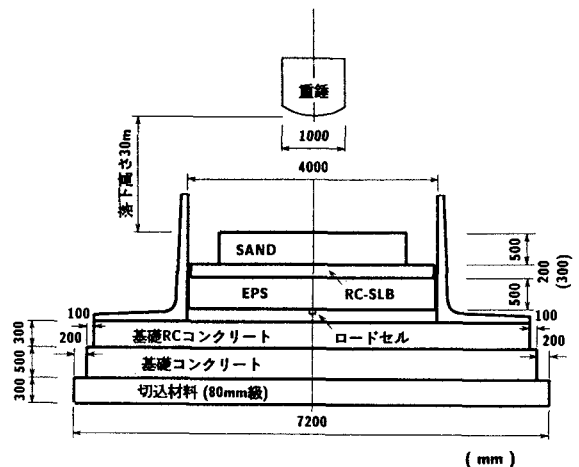


図-1 実験概要

表-1 実験ケース

実験 ケース名	版厚 (cm)	配筋	鉄筋比 (%)	コンクリート設計 基準強度(kgf/cm ²)
D-20-0.5-S-210	20	S	0.5	210
D-20-1.0-S-210	20	S	1.0	210
D-20-0.5-W-210	20	W	0.5	210
D-20-1.0-W-210	20	W	1.0	210
D-30-0.5-W-210	30	W	0.5	210
D-30-1.0-W-210	30	W	1.0	210
D-20-1.0-W-500	20	W	1.0	500

但し、表層：砂 50 cm、裏層：EPS材 50 cm、重錘重量 3 tonf

大きな値を示している。これは重錘が敷砂を通して芯材に衝突しているためと考えられる。その大きさは D-30 の場合と D-20-1.0-W-210, 500 が他の場合より大きな値を示しており、剛性が大きいほど大きくなっているのがわかる。その後重錘衝撃力は伝達衝撃力の最大と同程度の値になり徐々に零に戻っている。その値は初期の極大値のほぼ $1/2$ である。重錘衝撃力の波動分布は、初期の極大値発生までがいずれの場合も同様である。D-20-1.0-W を基準にしてその後の波動と継続時間を調べてみると D-20-0.5 の場合は波動継続時間が長くなっており、芯材の剛性が大きい D-30, D-20-1.0-W-500 は、短くなっているのがわかる。特に D-30-1.0-W-210 の場合は極大値を示してすぐに減衰しており、最も継続時間が短いようである。一方、伝達衝撃力の最大値は、剛性が小さい D-20-0.5, D-20-1.0-S の場合が他の剛性の大きい場合より若干小さい値を示している。これは、芯材 RC版の剛性が小さいために載荷点部の著しい塑性化によって衝撃エネルギーが吸収されること、また力積等価の考え方に従えば版の変形量が大きいために荷重作用時間が長くなり、局所的には荷重強度が増大するものの全体的には伝達衝撃力が低下するためと考えられる。剛性の大きい D-30 や D-20-1.0-W-500 の場合は、最大値に達した後単純に減衰している。

3. 2 最大衝撃力

図-3 に重錘衝撃力および伝達衝撃力の最大値を振動便覧式の結果と比較して示している。前項でも述べたように重錘衝撃力および伝達衝撃力は共に芯材の剛性が大きい場合の方が小さい場合より大きいことが明確に示されている。また振動便覧式の結果と比較すると、重錘衝撃力に関しては $\lambda = 200 \text{ tf/m}^2$ とする場合が実験結果の平均的な値と対応しており、伝達衝撃力の場合は $\lambda = 40 \text{ tf/m}^2$ とした場合における結果より小さな値となっている。なお、振動便覧式の $\lambda = 40 \text{ tf/m}^2$ の場合は $\lambda = 200 \text{ tf/m}^2$ の場合の $1/1.9$ の衝撃力となる。

3. 2 最大衝撃力

図-3 に重錘衝撃力および伝達衝撃力の最大値を振動便覧式の結果と比較して示している。前項でも述べたように重錘衝撃力および伝達衝撃力は共に芯材の剛性が大きい場合の方が小さい場合より大きいことが明確に示されている。また振動便覧式の結果と比較すると、重錘衝撃力に関しては $\lambda = 200 \text{ tf/m}^2$ とする場合が実験結果の平均的な値と対応しており、伝達衝撃力の場合は $\lambda = 40 \text{ tf/m}^2$ とした場合における結果より小さな値となっている。なお、振動便覧式の $\lambda = 40 \text{ tf/m}^2$ の場合は $\lambda = 200 \text{ tf/m}^2$ の場合の $1/1.9$ の衝撃力となる。

4. まとめ

本実験の範囲で得られた結果を要約すると、

- 1) 重錘および伝達衝撃力の最大値は剛性が小さい場合に対して剛性が大きい場合は共に大きく示され、最大重錘衝撃力の平均値は $\lambda = 200 \text{ tf/m}^2$ とした振動便覧式に対応しているようである。
- 2) 伝達衝撃力の場合は、 $\lambda = 40 \text{ tf/m}^2$ とした場合の振動便覧式より小さめの値を示しているようである。

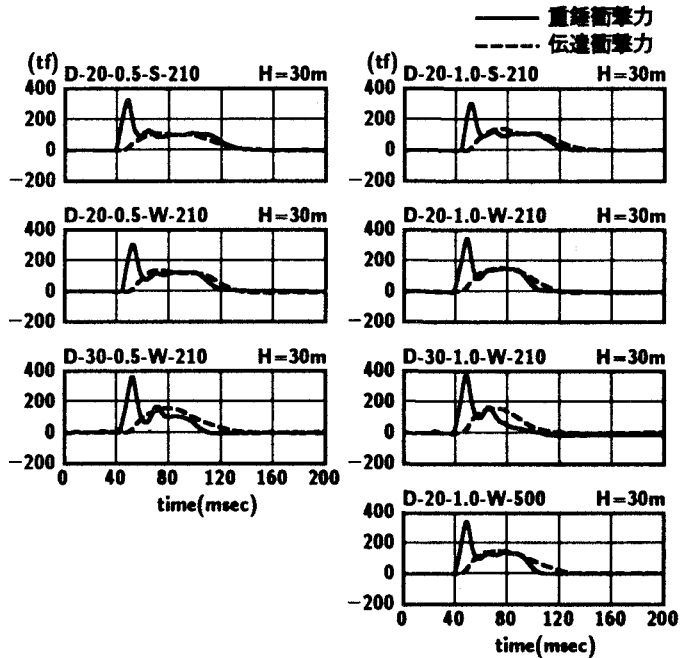


図-2 衝撃力の時経列分布

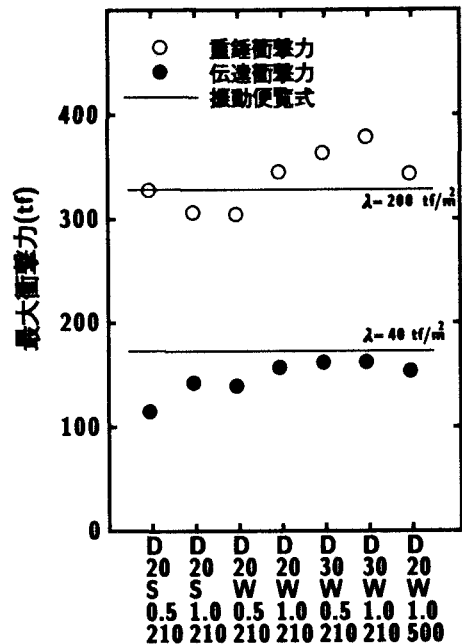


図-3 芯材RCと最大衝撃力の関係