

I-B314 斜め衝撃荷重を受ける PC 覆道頂版の衝撃挙動

(株) 構研エンジニアリング	正 員	牛渡 裕二
北海道開発局	正 員	今野 久志
北海道開発局	正 員	佐藤 昌志
室蘭工業大学	正 員	岸 徳光
室蘭工業大学	フェロー	松岡 健一

1. はじめに

落石覆道の設計は、落石による衝撃力が通常垂直落下時が最大となることから、垂直自由落下を想定して設計されることが多いが、地理条件によっては斜め落下となる場合もある。落石対策便覧では、斜め落石が想定される場合には落石衝撃力の作用成分を考慮して設計することとしている。しかしながら、この考え方に基づく設計法に関する安全性の実験的な検討はほとんど行われていない。

以上の観点から、本研究では、落石そのものに落下角度を与えることにより斜め載荷を実現する方法を採用し、落石荷重の入射角を変化させた衝撃実験を行い、衝撃力、支点反力、PC 桁の曲げモーメント分布に着目し、入射角の影響を検討した。

2. 実験の概要

図-1 に実験の概略図を示す。実験では PC 桁を 3 本用いて覆道頂版を構成した。1 本の桁は全長が 6 m、頂版幅 149 cm、桁高 65 cm の単純 T 型断面であり、プレストレスの導入には、

表-1 実験ケースの一覧

実験ケース	緩衝構造の厚さ (cm)			重錘重量 (kN)	落下高さ (m)	入射角度 (度)
	敷砂	RC 床版	EPS 材			
S90-2-2.5-45	90	—	—	19.6	2.5	45°
S90-2-2.5-60	90	—	—			60°
S90-2-2.5-75	90	—	—			75°
TLAS-5-10.0-45	50	20	50	49.0	10.0	45°
TLAS-5-10.0-60	50	20	50			60°

PC 鋼線 SWPR7Bφ12.7 を 24 本用いている。また、載荷桁 1 本の挙動を把握できるよう横締めは行っていない。斜め入射衝撃力は図に示すように、重錘を傾斜したガイドレールに沿って自由に滑動させ、PC 多主桁上に設置された緩衝構造に衝突させることで与えている。表-1 に本実験で行った実験ケースの一覧を示す。実験ケースの内容は「緩衝構造の種類 - 重錘重量 (tf) - 落下高さ (m) - 入射角度 (度)」を表し、緩衝構造の種類における S90 は敷厚 90 cm の敷砂緩衝構造、TLAS は三層緩衝構造（以下 TLAS）を意味し、重錘重量は 19.6 kN、49.0 kN のものである。測定項目は、PC 桁内上下縁配力筋歪、重錘加速度、伝達衝撃力、および鉛直方向、水平方向の応答反力である。

3. 実験結果及び考察

3.1. 重錘衝撃力、伝達衝撃力及び支点反力について

表-2 に実験結果の一覧を示す。ここで重錘衝撃力は最大加速度に重錘重量を乗じて算出したものであり、伝達衝撃力はロードセルによる応力を集計したものである。また、鉛直支点反力 1 は図-1 における左側の支点を、鉛直支点反力 2 は右側の支点の反力の最大値を表している。なお、表中の () 内の数値は各ケース 45° 入射の実験値に対するそれぞれの値を無次元化したものである。

表より、衝撃力については、それぞれのケースにおいて入射角度の増大とともに各衝撃力が増加する傾向にあることがわかる。

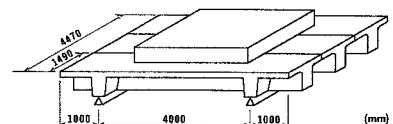
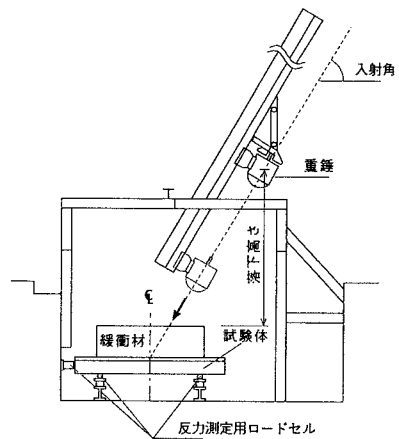


図-1 実験概略図

キーワード：斜め落石、PC 桁、重錘衝撃力、伝達衝撃力
連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-46-5230 Fax 0143-46-5227

表-2 実験結果

実験ケース	入射角度	重錘衝撃力 (kN)	伝達衝撃力 (kN)	鉛直反力 1 (kN)	鉛直反力 2 (kN)	水平反力 (kN)	最大曲げ モーメント (kNm)	発生時刻 (msec)
S90-2-2.5	45°	159.8 (1.0)	264.8 (1.0)	65.7 (1.0)	136.3 (1.0)	33.2	124.5 (1.0)	53.8
	60°	240.3 (1.5)	431.5 (1.6)	82.4 (1.3)	233.4 (1.7)	1.3	169.7 (1.4)	32.6
	75°	339.3 (2.1)	784.5 (3.0)	155.9 (2.4)	309.9 (2.3)	12.2	296.2 (2.4)	32.0
TLAS-5-10.0	45°	952.2 (1.0)	411.9 (1.0)	180.4 (1.0)	326.6 (1.0)	182.5	274.6 (1.0)	70.4
	60°	1033.6 (1.1)	480.5 (1.2)	184.4 (1.0)	405.0 (1.2)	135.1	329.5 (1.2)	48.8

しかしながら、敷砂材の場合は入射角度による影響が大きく、TLAS を用いた場合には落石荷重の鉛直成分割合にほぼ等しくなっていることが分かる。支点反力は、鉛直反力 1 に対して鉛直反力 2 の方が 1.8~2.8 倍程度大きく発生し、その割合は緩衝構造に影響されているようである。また、両鉛直反力の合計反力値は、いずれのケースも重錘衝撃力と伝達衝撃力の間にあることを示している。水平反力については入射角度が大きくなる程減少していくことが分かる。しかしながら敷砂材の場合は水平反力の値はいずれのケースも極小さな値であり、TLAS を用いた場合は鉛直反力に対する水平反力の割合が大きく、水平反力測定点側では、ほぼそれぞれの成分割合に等しくなっている。

3.2. 中央桁の曲げモーメント分布

図-2 (a) に S90, 重錘重量 19.6 kN, 落下高さ 2.5 m の曲げモーメント分布を示す。図では入射角度が 45°, 60°, 75° の場合でそれぞれ●, △, □印で示している。図より、いずれの角度の場合も最大曲げモーメントの発生位置は中央より少し右支点側にずれている。このずれは入射角の小さいもの程大きいようである。また、最大値も入射角の小さなもの程小さくなっており、角度の影響が明瞭に現れている。最大値の発生する時刻も入射角により異なり、入射角が小さなもの程最大値の発生時刻が遅くなっている。各角度に対する最大値の比は、45 : 60 : 75 = 1 : 1.4 : 2.4 であり、これは鉛直反力の比 1 : 1.6 : 2.3 と、ほぼ同様の値を示し、鉛直成分割合とはかなり異なる。

図-2 (b) に TLAS, 重錘重量 49.0 kN, 落下高さ 10 m の曲げモーメント分布を示す。曲げモーメントの最大値は入射角度の大きなものの方が大きく示されており、その差は約 20 % で各衝撃力や鉛直反力の傾向と同様である。また、最大曲げモーメント発生位置はほぼ中央であり、発生時刻は 45° で 70.4 msec, 60° で 48.8 msec となっている。このように時系列分布には両者相違がみられるものの最大値に関しては落石荷重の鉛直成分割合と同程度となっており、TLAS の場合は成分による設計が可能のようである。

4. まとめ

- 1) いずれの実験ケースでも入射角の減少とともに衝撃力および鉛直反力は減少し、水平反力は増大する。
- 2) 各衝撃力および鉛直反力の値に及ぼす入射角度の影響は、緩衝材が敷砂材の場合は落石荷重の鉛直成分割合より大きく、TLAS の場合はほぼ等しくなっている。
- 3) 鉛直反力と最大曲げモーメントとの関係は、ほぼ比例関係にある。
- 4) 水平反力は敷砂材ではいずれのケースも極僅かであり入射角による水平成分はほとんど考慮する必要がない程度である。TLASでは、水平反力測定点での鉛直反力と水平反力の比はほぼその成分に見合った値となっている。

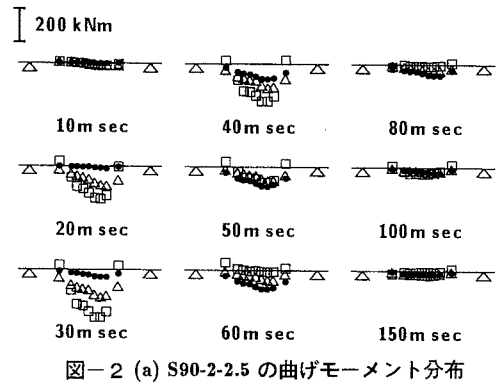


図-2 (a) S90-2-2.5 の曲げモーメント分布

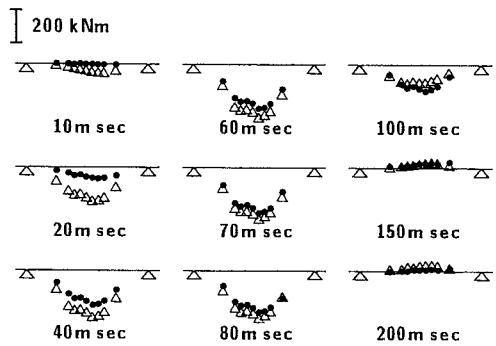


図-2 (b) TLAS-5-10.0 の曲げモーメント分布