

敷砂を緩衝材とするPC多主桁の重錘落下衝撃実験

ドービー建設工業（株） 正員 竹本 伸一
 室蘭工業大学 正員 菅田 紀之
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一
 北海道開発局 正員 中野 修

1 はじめに

落石覆工の設計は落石対策便覧¹⁾に基づいて行われ、断面力は二次元骨組構造として静的解析により算出されている。また、PC落石覆工では、敷砂を緩衝材とする場合には、大きな荷重分散効果を期待することができず、ほぼ全衝撃荷重が桁一本に載荷される状態に対して設計がなされている。しかしながら、衝撃挙動は静的挙動とは異なることや、頂版が多主桁で構成されていることによる立体的な構造の効果が期待できることなどが上げられ、衝撃荷重載荷時の詳細な検討によって、この種の構造物のより合理的な設計法を確立することが可能なものと考えられる。

本論文では、PC落石覆工の耐衝撃設計に関する基礎資料を得ることを目的として、層厚 90 cm の敷砂を緩衝材とする単純支持されたPC多主桁の重錘落下衝撃実験を行い、その動的弾性挙動について検討を行った。

2 実験の概要

実験は、図-1に示すPC多主桁上に層厚 90 cm の敷砂を設置し、重量 3 tf の重錘（直径 100 cm、底部 R80 cm の球底）を高さ 5 m および 10 m から自由落下させて行っている。測定項目は、重錘の加速度および桁補強筋の 84 点における歪応答波形である。

PC桁は、重量 3tf の落石が高さ 10m から桁上の敷砂に自由落下するものとし、敷砂材の敷厚は 90 cm、ラーメ定数は $\lambda = 100 \text{ tf/m}^2$ として落石対策便覧¹⁾に従い設計されている。桁の製作に用いた材料は、設計基準強度 750 kgf/cm^2 のコンクリート、SBPR 930/1080 $\phi 26$ のPC鋼棒、SD295A の異形棒鋼である。主桁のプレストレスは9本のPC鋼棒によって導入されている。桁内の有効プレストレスおよび各荷重段階における応力度を表-1に示す。桁の横締めはフランジ部に 1 m 間隔に配置されたPC鋼棒によって行われている。なお、実験開始時における現場養生のコンクリート円柱供試体の圧縮強度は 777 kgf/cm^2 、弾性係数は約 $3.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

本実験で用いた敷砂材は、単位体積重量 1.61 tf/m^3 、表乾比重 2.62、粗粒率 2.74、均等係数 5.72、曲率係数 0.86 の栗丘産細骨材である。実験時の含水比および相対密度はそれぞれ 6.5 %、61.3 % であった。

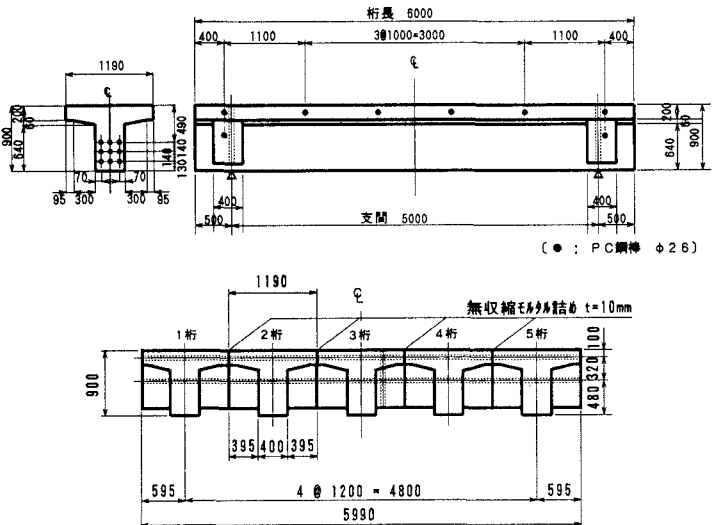


図-1 PC多主桁

表-1 桁の有効プレストレスおよび各荷重段階における応力度

	桁上縁	上端筋位置 (上縁から 5 cm)	下端筋位置 (下縁から 5.5 cm)	桁下縁
有効プレストレス (kgf/cm^2)	17.4 (49.7 μ)	7.9 (22.6 μ)	-142.7 (-407.7 μ)	-153.1 (-437.4 μ)
死荷重による 応力(kgf/cm^2)	-8.6 (-24.6 μ)	-7.4 (-21.1 μ)	12.9 (36.9 μ)	14.3 (40.9 μ)
合成応力 (kgf/cm^2)	8.8 (25.1 μ)	0.5 (1.5 μ)	-129.8 (-370.8 μ)	-138.8 (-396.5 μ)
設計衝撃力による 応力(kgf/cm^2)	-97.9 (-279.7 μ)	-83.4 (-238.2 μ)	146.4 (418.3 μ)	162.3 (463.7 μ)
合成応力 (kgf/cm^2)	-89.1 (-254.6 μ)	-82.9 (-236.7 μ)	16.6 (47.5 μ)	23.5 (67.2 μ)

()内は $E=3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ としたときの歪を示している

3 実験結果と考察

実験は、重錘落下高、落下位置、横締めの有無によって全7ケースの組合わせで行われたが、本報告では重錘を3桁上に落下した場合の3ケースについて示す。実験の呼称として5m落下で横締めをする場合をP5-3、横締めをしない場合をP5-3F、10m落下で横締めをする場合をP10-3とする。なお、P10-3に関しては数値のみを本文中に示す。

図-2は、P5-3およびP5-3Fの重錘衝撃力および主桁下端筋の歪波形である。重錘衝撃力は重錘の加速度に重錘質量を乗じて求めている。主桁番号は各波形の右肩に示している。重錘衝撃力の最大値はP5-3の場合53tf、P5-3Fの場合76tfであり、横締め解放時の方が大きくなっている。P10-3の場合は118tfであり、設計衝撃荷重とほぼ等しい値になっている。P5-3の歪の最大値は3桁で100 μ であり、載荷点から離れるに従い順に約1/2の比率で減少している。P5-3Fの場合はP5-3と比べると歪が大きく、かつ中央の3本の桁に歪が集中しているようである。また、P10-3の3桁での歪の最大値240 μ は、設計衝撃力による歪の57%程度の値である。

図-3は、桁中央部に発生する曲げモーメントの総和および各桁の荷重分担率の経時変化である。荷重分担率は、桁中央部に発生する曲げモーメントの総和の最大値に対する各桁で分担する曲げモーメントの比として評価している。曲げモーメントの算定は、上下端筋歪を用い、歪の線形変化と配筋筋、PC鋼棒の軸剛性を考慮した全断面有効と仮定して算定している。各図の上に最大応答時の荷重分担率を示している。P5-3では、3桁の分担率が39%になっている。また、中央の3本の桁で84%の荷重を分担している。P5-3Fでは、3桁で42%でありP5-3の結果と比較すると若干分担率が大きくなっている。また、中央の3本の桁の総分担率は89%である。P10-3における曲げモーメントの総和の最大値194tfmは、設計衝撃力(スパン方向1.8mの等分布荷重と仮定)によって発生する曲げモーメント132tfmの1.5倍、計測された重錘衝撃力より同様に求めた曲げモーメント121tfmの1.6倍である。これは敷砂材を伝達して桁に作用する衝撃力が設計衝撃荷重あるいは重錘衝撃力よりも大きいことを示唆するものであると考えられる。

4 まとめ

PC落石覆工の耐衝撃設計に関する基礎的資料を得ることを目的として、緩衝材として敷砂を用いた場合のPC多主桁の衝撃実験を3tfの重錘を自由落下させることにより行った。その結果、敷砂材を設置した場合、桁の荷重分担率が40%程度であることが明らかになった。また、桁に発生する曲げモーメントが、重錘衝撃力より算出される曲げモーメントの1.6倍であることより、伝達衝撃力が重錘衝撃力よりも大きいことが示唆された。

参考文献

- 1) 日本道路協会：落石対策便覧、日本道路協会、1983.7.

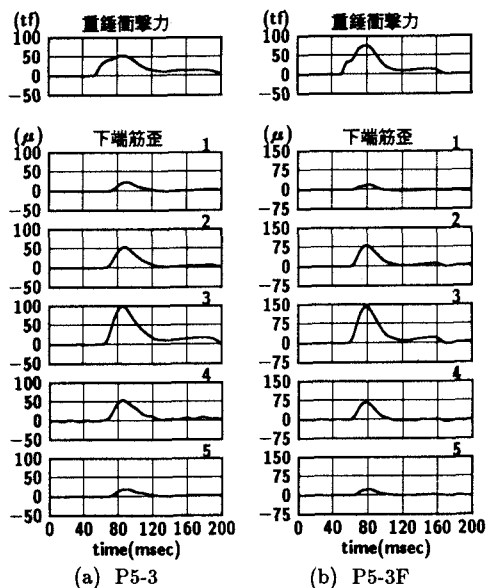


図-2 重錘衝撃力と下端筋歪

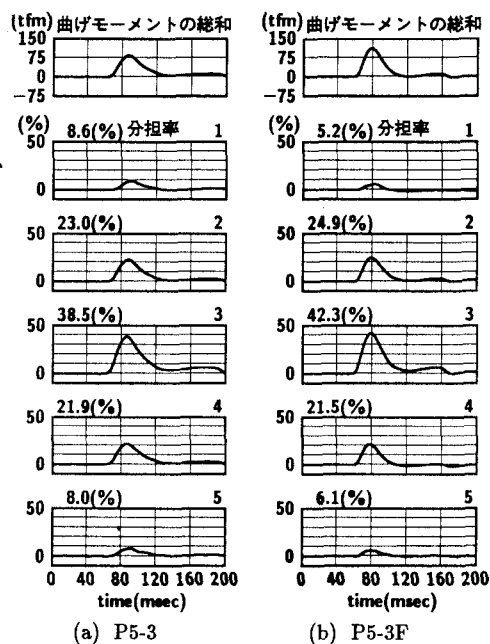


図-3 曲げモーメントの総和と荷重分担率