

開発土木研究所 正員 佐藤 昌志
 開発土木研究所 正員 西 弘明
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 北海道開発局 正員 中野 修

1. はじめに

著者等はこれまで、落石覆工の一層の合理的な設計を目指して、RC スラブを芯材として用い、敷砂材および EPS (Expanded Poly-Styrol) 材をそれぞれ表・裏層材とする三層緩衝構造を開発し、各種大型実験などによってその妥当性を検討してきた。ここで、実覆工の施工に際して、この三層緩衝構造を取り入れた場合に、荷重分散材としての芯材 RC スラブの不連続な継手構造が緩衝性能にどのような影響を及ぼすかが問題となるものと考えられる。

本研究では、このような観点から、各種継手を有する芯材 RC スラブを用いた三層緩衝構造を PC 多主桁上に設置し、その継手部への重錘落下試験を実施した。実験では、各継手構造に対する重錘衝撃力や各桁の応答歪を測定し、荷重分散性状などについて検討を行っている。

2. 実験の概要

本実験では、緩衝材に 90 cm 厚の敷砂材を用い、3 tf の落石が 10 m の高さから自由落下する条件で落石対策便覧に従って設計された純スパン 5 m、フランジ幅が約 1.2 m の PC 桁より構成される PC 多主桁上に三層緩衝構造を設置し、重量 5 tf の重錘を高さ 30 m から落下させて行っている。なお、PC 桁の横締めは解放した状態としている。図-1 に本実験の概略図を示す。

本実験で検討を行った芯材 RC スラブの継手部構造は、表-1 に示す 5 ケースである。基本となる実験ケースは、6 m × 4 m × 20 cm の RC スラブをそのまま用いた場合 (D20) である。継手を有するものとしては、3 m × 4 m × 20 cm の RC スラブを 2 枚継ぎ合わせ 4 tf および 10 tf のプレストレス力を導入しているもの (PCD20-4、-10)、2 枚継ぎ合わせたものの継ぎ目上に 1 m × 4 m × 20 cm の RC スラブを重ね合わせたもの (2D20-D20)、単に 2 枚継ぎ合わせたもの (2D20) である。なお、表裏層材は 50 cm 厚の敷砂材、100 cm 厚の EPS 材としている。

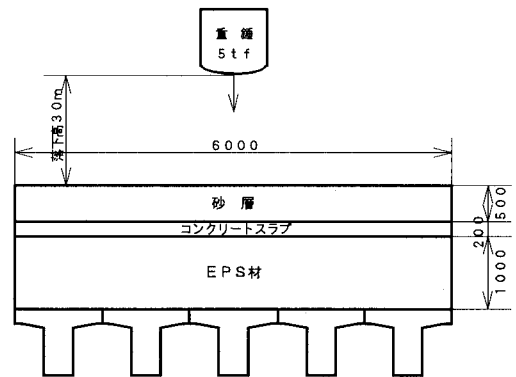


図-1 実験の概要

表-1 実験ケースおよび継手部構造

実験ケース	芯材スラブの継手部構造概略図
D20	
PCD20-4 PCD20-10	
2D20-D20	
2D20	

3. 実験結果および考察

3.1. 伝達応力の三次元分布

図-2 に伝達応力の時系列分布を示す。いずれのケースにおいても、伝達応力は 2 kgf/cm^2 程度で有為な差のないことがわかる。継続時間に関しては、PCD20-4 の場合は 140 msec 程度と全体的にほぼ類似であるが、他のケースでは荷重載荷点より離れるに従い短くなっている。特に、2D20-D20、2D20 の場合は、載荷点より 100 cm 以遠では 70 msec 程度になっている。これは芯材を連結せずに継ぎ合わせただけのために、継ぎ合わせ部が自由辺と類似の状態であることにより、載荷点部であるその部分が大きく変形し、周辺部が浮いた状態になったためと考えられる。

3.2 重錘衝撃力および伝達衝撃力特性

図-3 に各ケース毎の重錘衝撃力および伝達応力を総和して求めた伝達衝撃力の波形特性を示した。最大重錘衝撃

力については、2D20-D20を除いて 250 tf 程度で継手構造による顕著な差が表れていない。2D20-D20の場合のピーク値が他のケースより大きいのは、衝突部の敷砂層が薄いこと、およびこの部分の芯材の剛性が大きいためと考えられる。最大伝達衝撃力で比較すると、2D20-D20、2D20 の場合が小さな値となっている。これは、同程度の衝撃荷重が、D20、PCD20-4 の場合には RC スラブの中央点に载荷しているのに対し、2D20-D20、2D20 の場合には自由辺载荷の状態となっているため局所的な変形量も大きく、裏材 EPS 材によって効率的に衝撃力が吸収されているものと考えられる。伝達衝撃力の継続時間については、D20 の場合が 110 msec 程度であるのに対し、他の実験ケースは 150 msec 程度となっており、覆工の動的応答を低減する方向に作用していることがわかる。これより、荷重分散材としての芯材 RC スラブを不連続構造としても緩衝性能は何ら低下しないものと考えられる。

3.3 主桁の曲げモーメント分布

図-4 に桁中央部曲げモーメントの断面方向分布を示した。桁の曲げモーメントは補強鉄筋の応答歪値より、全断面有効と仮定して算出している。PC 桁が横拘束されていないため RC スラブの継手の有無にかかわらず中央桁にモーメントが集中し、桁端部に向かってほぼ直線的に減少している。一方、経時変化で比較すると、伝達衝撃荷重が作用してから 80 msec まではいずれの継手構造とも D20 と同じ挙動を示しているが、90 ~ 120 msec の間では継手を有する場合の方が約 2 倍の曲げモーメントとなっており、載荷荷重継続時間が長いことを裏づけている。なお、各ケースの中央桁の最大曲げモーメントの値は、設計曲げモーメント 128.3 tfm の 55 % 程度である。

3.4 各桁の荷重分担の経時変化

本研究では、荷重分担率をスパン中央部に発生する多主桁としての曲げモーメントの総和に対する各桁で分担する曲げモーメントの割合として評価している。

表-2 に、桁中央部に発生した曲げモーメントの総和および荷重分担率を示す。各桁の荷重分担率については、継手を有しない D20 において中央桁で 35 %、耳桁で 10 % であるのに対して、継手を有する他のケースでは中央桁で 40 %、耳桁で 4 % 程度というように継手を有する場合の方が若干分散性が劣る結果となっている。

4. まとめ

本研究では、三層緩衝構造の実施工を前提に、芯材 RC スラブの継手構造が緩衝性能に与える影響について実験的に検討を行った。検討結果、継手を有する芯材 RC スラブの構造は伝達荷重の分散性が単一スラブよりもやや劣るものの、いずれの継手方式も工学的に問題がないことが明らかになった。

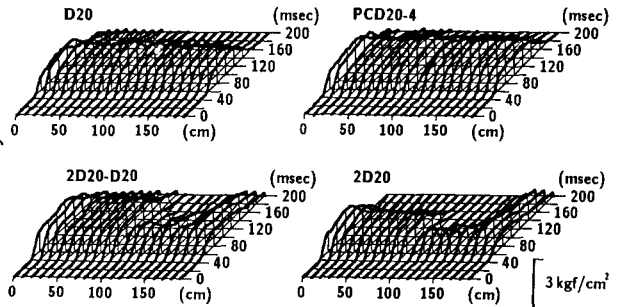


図-2 伝達応力の時系列分布

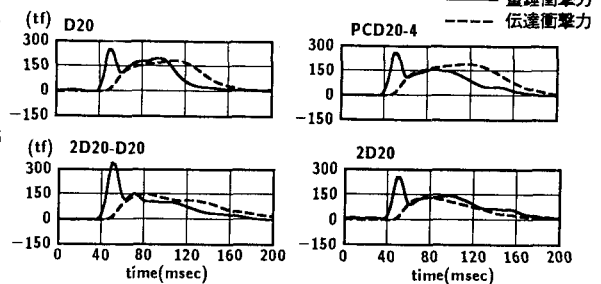


図-3 重錘衝撃力および伝達衝撃力の時系列分布

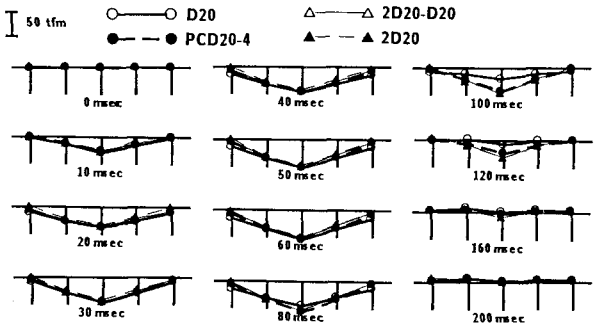


図-4 桁中央部曲げモーメントの断面方向分布

表-2 桁中央部曲げモーメントの総和、各桁の荷重分担率

実験ケース	総曲げモーメント (tfm)	荷重分担率 (%)				
		1桁	2桁	3桁	4桁	5桁
D20	175.21	9.54	23.58	35.31	22.26	9.28
PCD20-4	155.51	4.81	25.26	40.22	24.94	4.74
2D20-D20	142.84	4.45	26.38	41.41	23.30	4.42
2D20	142.88	3.15	27.45	41.48	23.74	4.16