敷砂緩衝材を設置した実規模 RC アーチ構造の敷砂厚の影響に関する実験的検討

室蘭工業大学	学生員	○堂守 真豪	室蘭工業大学
(株)構研エンジニアリング	正会員	川瀬 良司	室蘭工業大学
(株) 構研エンジニアリング	正会員	刈田 圭一	(株)構研エンジニアリング

1. **はじめに**

本研究では、敷砂緩衝材を設置した RC 製アーチ構造に ついて、敷砂厚を変化させた場合の耐衝撃挙動を把握す ることを目的に、実トンネル坑口部を用いた重錘落下衝 撃実験を実施した。検討は、載砂厚を変えた場合 (50cm、 90cm)における重錘衝撃力,アーチ構造の変位,コンク リート表面のひずみおよび実験後のアーチ内面の破壊性 状に着目して行うこととした.



図 - 1 形状寸法および配筋状況

衣─│ 天缺ソーム一見							
実験	重錘質量	敷砂厚	載荷	落下高			
ケース	(t)	(cm)	方法	(m)			
S50-II-H10~30		50	繰返	10,20,30*			
S90-II-H2.5~20	10	90	繰返	2.5,5,10,20			
S90-IS-H30		90	単一	30			

キーワード:敷砂緩衝材, RC アーチ構造,敷砂厚,耐衝撃挙動,緩衝効果 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

室蘭工業大学	フェロー	岸 徳光
室蘭工業大学	正会員	岡田 慎哉
(株)構研エンジニアリング	正会員	吉井 康訓

2. 実験条件

図-1(a).(b)には、実験に用いたトンネル坑口部の形状 寸法および配筋状況を示している。トンネル坑口部の断面 形状は、覆工部材厚 600mm, 上半内空半径 4,152mm, 側壁 部高さ1,725mm, 道路軸方向の1ブロック延長6,000mm である. 覆工主鉄筋には D13~D22, 配力筋には D13 がそ れぞれ 250mm 間隔で配筋され、かぶりは 100mm となっ ている.なお、アーチ構造本体のコンクリートの圧縮強 度は、 $f_c=27.5\sim36.8$ MPa である.

表-1には実験ケース一覧を示しており、敷砂緩衝材 の厚さは、一般的な厚さである 90cm とその 1/2 程度の 50cm としている. 実験は、質量 10t の鋼製重錘をクレー ンを用いて所定の高さまで吊り上げ、アーチ部中央点に 自由落下させることにより行っている.





3. 衝撃実験結果

3.1 各種応答波形

図-2には、重錘衝撃力波形,載荷点鉛直変位波形について、落下高さH=10mの場合と、H=20mおよび30mの場合に分けて示している.重錘衝撃力波形より各落下高さで比較すると、敷砂厚50cmの場合は90cmの場合よりも荷重継続時間が短く、最大応答値も早期に発生している.これは、敷砂厚が薄くなることで衝撃力がアーチクラウン部へ伝播する距離が短くなったことによるものと考えられる.載荷点鉛直波形については、敷砂厚50cmの場合には100ms程度から波形が乱れている.各落下高さで最大応答値を比較すると、敷砂厚50cmの場合は90cmの場合の2倍以上の変位を示していることが分かる.

3.2 最大変位発生時の変位・ひずみ分布図

図-3には、S50-II-H20とS90-II-H20の最大変位発生 時における (a) 変位分布および (b) 外側ひずみ分布, (c) 内 側ひずみ分布を示している. (a) 変位分布より, 重錘衝突 位置であるアーチクラウン部では, 敷砂厚 50cm の場合 が 90cm の場合よりも局所的に大きく変形していること が分かる.

次に,(b)外側ひずみ分布では,敷砂厚の違いは明瞭に は示されていない.一方,(c)内側ひずみ分布ではアーチ の円中心点より上方 45°の位置周辺では敷砂厚 50cmの 場合が 90cm の場合よりも大きく示されていることが分 かる.また,敷砂厚 90cm のアーチクラウン部近傍は引 張ひずみが発生しない領域が確認できる.これは,軸力 変換効果により引張力が相殺されるためと推察される. 敷砂厚 50cm の場合には載荷点直下のひずみは計測不良 であったが,内側は全体的に圧縮ひずみとなっている.

3.3 重錘衝撃カー衝突エネルギー関係および破壊状況

図-4には、重錘衝撃力の最大値と衝突エネルギーの 関係を示している.また,Hertzの接触理論に基づく振動



便覧式においてラーメ定数 λ =1,000kN/m² とし,割増係数 ($\alpha = \sqrt{D/T}$, D:重錘径,T:敷砂厚)を考慮して算出した衝撃力も合わせて示している。図より,敷砂厚 50cmの場合の衝撃力は,90cmの場合の 1.5~2 倍程度となっている。また,実験結果は振動便覧式による衝撃力とほぼ同程度となっている。

図-5には、S50-II-H30の実験後のアーチ内面のひび 割れ発生状況を示している.図より、重錘落下位置には 押し抜きせん断面が形成され、かぶりコンクリートが剥 落し脆性的な破壊が生じていることが分かる.これは、 図-4に示されているように、敷砂厚が半分程度となり 衝撃力が増加したことから、載荷点直下の変形が顕著と なったためと考えられる.

4. まとめ

本研究では、敷砂緩衝材を設置した RC 製アーチ構造 について、敷砂厚を変化させた場合の耐衝撃挙動を把握 することを目的に、実物トンネル坑口部を用いた重錘落 下衝撃実験を実施した.本研究により得られた事項を整 理すると、以下のように示される.

(1) 敷砂厚が薄くなると重錘衝撃力が増加し,載荷点直下のアーチ構造は局所的に変形する.

(2) 敷砂厚を変化させた場合の重錘衝撃力は,振動便覧 式により算出される衝撃力とほぼ同程度となる.

(3) 敷砂厚 50cm の場合には, 3,000kJ 程度の衝突エネル ギーに対して RC 製アーチ構造に押し抜きせん断面が形 成され脆性的な破壊により終局に至る.