

小型 RC アーチ構造モデルの耐衝撃特性に関する実験的研究

寒地土木研究所 ○正 員 岡田 慎哉
寒地土木研究所 正 員 西 弘明

寒地土木研究所 正 員 今野 久志
室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究は、RC 製アーチ構造に関する耐衝撃特性を把握することを目的に、小型 RC 製アーチ模型（以後、アーチ）に関する重錘落下衝撃実験を実施した。実験は、室蘭工業大学における構造物耐衝撃耐荷力評価試験装置を用いて実施している。

2. 実験概要

2. 1 試験体概要

図－1には、実験試験体の形状寸法および配筋状況を示している。試験体の断面形状は、実トンネル断面形状の1/4 程度の縮尺模型とした。アーチ部軸方向鉄筋には、実トンネルと同程度の主鉄筋比となるように D13 を120 mm 間隔で配筋し、芯かぶりは 40 mm としている。配力筋には D6 を用い、主鉄筋量の 1/3 以上となるように断面中心線において 80 mm 間隔で配筋している。フーチング形状については、可能なかぎり剛構造にしてアーチ基部の固定条件が保持されるようにすることを前提に考えた。なお、フーチング下面には厚さ 9 mm の鋼板を配置している。

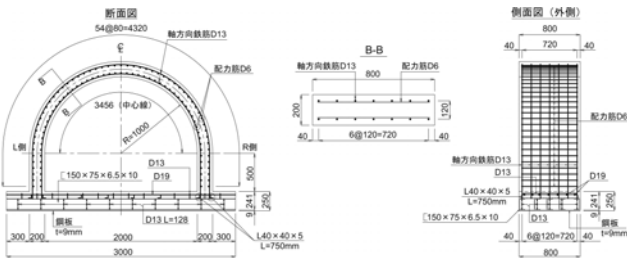
表－1には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体数は全5体である。表中の試験体名のうち、第一項目は荷重方法を示しており、II は衝撃荷重の漸増繰り返し荷重を、IS は衝撃荷重の単一荷重により実験を行ったことを示している。なお、試験体名の末尾に衝突速度 $V(m/s)$ を付している。

2. 2 実験概要

写真－1には衝撃実験状況を示している。実験は跳ね上がり防止用具を用いてフーチング部を固定し、アーチ部中央点に所定の高さから質量 300 kg の鋼製重錘を自由落下させることにより行っている。衝撃荷重荷重に関しては、漸増繰り返し荷重法および単一荷重方法の2種類の荷重方法を採用することとした。

本実験においては、押し抜きせん断破壊が予想されることから、直径 60 mm の鋼製円柱を用い、押し抜きせん断耐力の過大評価とならないように載荷面積を小さくすることとした。

計測項目は、重錘に内蔵された起歪柱型ロードセルによる重錘衝撃力と非接触式レーザ変位計による載荷点変位



図－1 試験体形状寸法および配筋状況

表－1 実験ケース一覧

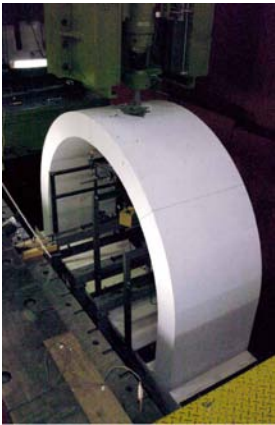
実験ケース	荷重方法	衝突速度 $V (m/s)$
II-*. *	繰り返し落下	1. 0, 2. 0, 3. 0, 4. 0, 5. 0
IS-6. 0	単一落下	6. 0
IS-7. 0		7. 0
IS-7. 5		7. 5
IS-8. 0		8. 0

とした。

3. 実験結果

3. 1 重錘衝撃力

図－2には、最大重錘衝撃力と重錘衝突速度との関係を示す。図中、繰り返し荷重を青の実線、単一荷重を赤の実線で示す。図より、衝突速度の低い場合には、衝突速度と最大重錘衝撃力との間に比例の関係があることが分かる。しかしながら、衝突速度が 4 m/s 以上のケースでは比例の関係から外れ、およそ 400～450 kN で一定となっており、それ以上の重錘衝撃力は発生していないことが分かる。これより、衝突速度 3 m/s まではアーチ構造は健全な状態を維持しており、弾性的な応答を示すものと推察される。また、衝突速度 4 m/s 以上の場合には構造系に影響を与えるレベルの損傷が発生したため、450 kN 以上の重錘衝撃力が発生しなかったものと推察される。



写真－1 衝撃実験状況

ことが分かる。しかしながら、衝突速度が 4 m/s 以上のケースでは比例の関係から外れ、およそ 400～450 kN で一定となっており、それ以上の重錘衝撃力は発生していないことが分かる。これより、衝突速度 3 m/s まではアーチ構造は健全な状態を維持しており、弾性的な応答を示すものと推察される。また、衝突速度 4 m/s 以上の場合には構造系に影響を与えるレベルの損傷が発生したため、450 kN 以上の重錘衝撃力が発生しなかったものと推察される。

3. 2 変位応答性状

図－3には、最大変位と入力衝撃エネルギーとの関係を示す。図より、衝突速度 7 m/s まではほぼ一様に最大載荷点変位が増加していることが分かる。これより、衝突速度 7 m/s 以下のケースでは構造的に同様の損傷モ

キーワード：アーチ構造形式，衝撃実験，押し抜きせん断

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 寒地土木研究所 寒地構造チーム TEL 011-841-1698

ードが発生しているものと考えられる。しかし、衝突速度 7.5 m/s 以上の場合には、それまでのケースと比較し急激に最大変位が増加していることが分かる。これより、衝突速度 7.5 m/s 以上の場合には構造的に異なる損傷モードに移行したものと推定される。

図-4 には、残留変位と入力衝撃エネルギーとの関係を示す。図より、図-3 の場合と同様に衝突速度 7 m/s 以下の場合とそれ以上の場合とで、残留変位の増加傾向が変化していることが分かる。このことから、構造の損傷形態が異なる損傷モードに移行したものと推定される。

3. 3 損傷状況

図-5 には、実験終了後の試験体下面のひび割れを示す。図より、IS-7.0 ではアーチ幅方向にほぼ貫通したひび割れが2本見られ、その他のひび割れについても、載荷点を中心とした円状の押し抜きせん断状のひび割れも見られるが、主に載荷点直下より放射状に広がるひび割れが発生していることが分かる。これと比較し、IS-7.5 では載荷点直下に幅方向に貫通したひび割れは見られず、載荷点を中心とした円状の押し抜きせん断ひび割れが卓越していることが分かる。これより、衝突速度 7 m/s 以下の場合には、押し抜きせん断破壊は発生しているものの、完全には押し抜けず、アーチ方向の曲げとの複合的な損傷モードであり、衝突速度 7.5 m/s 以上の場合には、押し抜きせん断が完全に押しぬけ、押し抜きせん断型の損傷モードに移行したものと考えられる。

これより、本試験体は 7 m/s 以上の衝突速度にて押し抜きせん断破壊により構造的な終局に至ったと判断される。

4. まとめ

本研究は、RC 製アーチ構造に関する耐衝撃特性を把握することを目的に、小型 RC 製アーチ模型に関する重錘落下衝撃実験を実施したものである。結果をまとめると、以下のようなものである。

- 1) 本試験体の場合には、衝突速度が 3 m/s までは、弾性的な応答を示す。
- 2) 衝突速度が 4 m/s を超えると大きな残留変位が発生する。
- 3) 衝突速度が 7 m/s 以上で押し抜きせん断により構造的な終局に至る
- 4) 衝突速度が 7 m/s 以下の場合には曲げと押し抜きせん断による複合的な損傷モードであるのに対し、衝突速度が 7 m/s 以上の場合には、主に押し抜きせん断破壊による損傷モードに移行する。

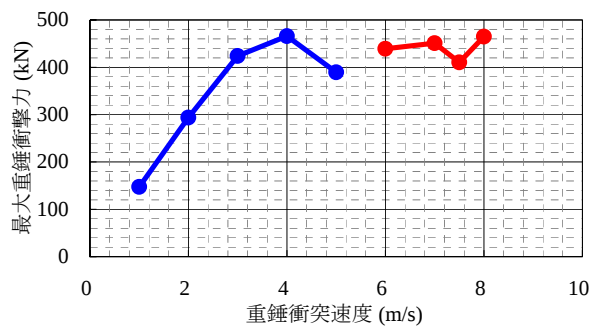


図-2 重錘衝突速度－最大重錘衝撃力関係

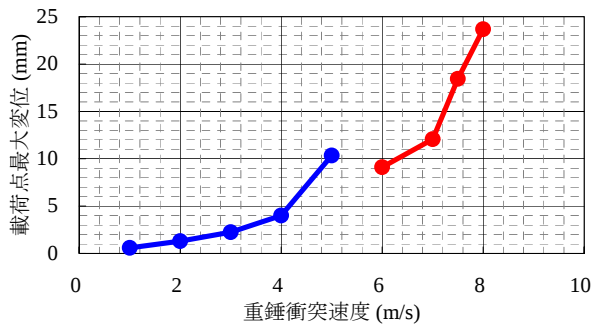


図-3 最大載荷点変位－衝突速度関係

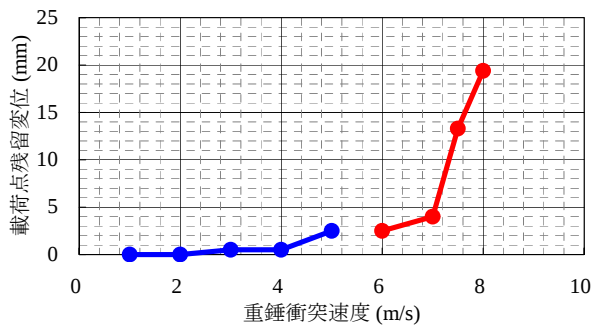
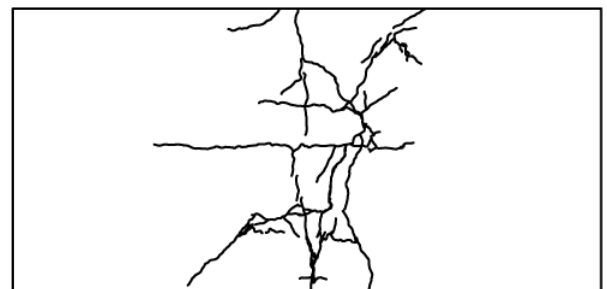
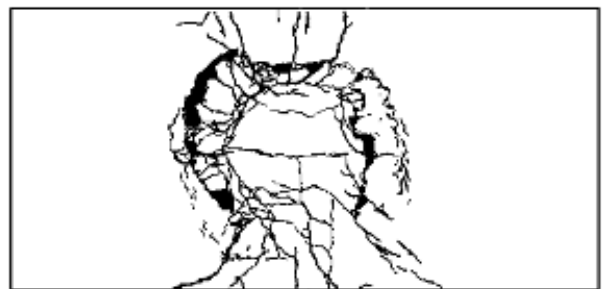


図-4 残留載荷点変位－衝突速度関係



(a) IS-7.0



(b) IS-7.5

図-5 ひび割れ性状