

## 局部損傷を受けた RC 板の耐爆性能に関する実験的研究

防衛大学校 学生会員 ○奥本 秀和 上野 裕稔 永田 真  
正会員 市野 宏嘉 別府 万寿

### 1. 諸言

近年、世界的に爆破テロが多発している。爆破テロでは、爆薬を積載した車両等が構造物に衝突し、その後爆発による荷重が構造物に作用する場合は考えられる。このようなケースでは、衝突による構造物の損傷によって耐爆性能が低下することが考えられる。本研究は、衝突によって局部損傷が生じた RC 板の耐爆性能について実験的検討を行ったものである。まず、高速衝突によって予め損傷を与えた RC 板の共振振動試験を行い、局部破壊の損傷程度を評価した。次に、損傷を受けた RC 板に対する近接爆発実験を行い、損傷した RC 板の破壊性状を考察した。

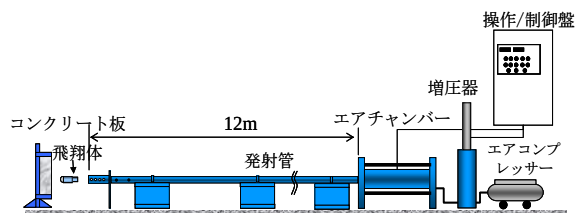


図-1 高圧空気式飛翔体発射装置

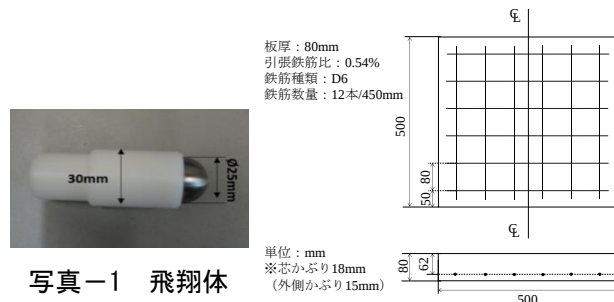


写真-1 飛翔体

図-2 試験体配筋図

### 2. 実験の概要

#### 2.1 高速衝突実験

高速衝突実験は、図-1に示す高圧空気式飛翔体発射装置を用いて行った。写真-1に、鋼製飛翔体を示す。飛翔体は、先端形状が半球型で、直径25mm、質量46gである。試験体の寸法は、図-2に示すように縦500mm、横500mm、板厚80mmであり、引張鉄筋比は0.54%とした。コンクリートの圧縮強度は31.0N/mm<sup>2</sup>である。高速衝突実験では、裏面剥離が生じない程度の損傷を与えるため、衝突速度を200m/s～300m/sに設定し、合計16体の実験を行った。

#### 2.2 共振振動試験

共振振動試験は、図-3に示す共振振動試験装置を用いて行った。試験体の中心に発振センサー、図-4に示す位置に受振センサーを設置した。受振センサーの位置を変化させ、四か所における共振振動数を計測し、その平均値を用いて損傷による共振振動数の変化を調べた。

#### 2.3 爆発実験

爆発実験は、密度1.4g/cm<sup>3</sup>のC4爆薬を用いて行った。試験体および爆薬の設置状況を図-5に示す。実験パラメータは、爆薬量W:24～183gおよび離隔距離(スタンドオフ)R:30～100mmである。

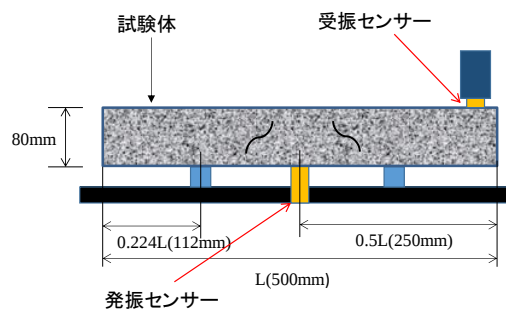


図-3 共振振動試験装置

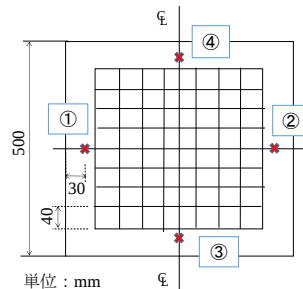


図-4 受振センサーの設置位置(試験体表面)

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 高速衝突による RC 板の破壊性状および共振振動数の変化

図-6に、高速衝突によって生じた試験体損傷の一例を示す。衝突速度250m/sでは表面破壊が生じ、衝突速度300m/sでは表面破壊および裏面には中心から四隅に向かう微小なひび割れが生じた。

キーワード 高速衝突, RC 板, 局部損傷, 共振振動試験, 耐爆性能

連絡先 〒239-0811 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL: 046-841-3810 E-mail: beppu@nda.ac.jp

共振振動試験によって得られた電圧レベルと振動数の関係の例を図-7に示す. 一次共振振動数  $f_1$  (Hz) の理論値<sup>1)</sup>を, 次式に示す.

$$f_1 = \sqrt{9.47^{-1} \times 10^4 \frac{bt^3}{L^3 T m} E_D} \quad (1)$$

ここに  $E_D$ : 動弾性係数(N/mm<sup>2</sup>),  $L, b$ : 供試体の支持方向の長さおよびその直角方向の長さ(mm),  $t$ : 供試体の板厚(mm),  $m$ : 供試体の重量(kg),  $T$ : 修正係数である.

本研究では, 図-7 中に赤線で示した一次の振動数(以下, 卓越共振振動数と呼ぶ)を用いて損傷程度を評価した. 図-8 に卓越共振振動数と衝突速度の関係を示す. 図から, 衝突速度が 200m/s 以上になると, 卓越共振振動数が大きく低下し始めることがわかる. これは, 衝突速度 200m/s 以下では試験体中にあまり損傷が生じないが, 200m/s を越えると損傷が進展するためであると考えられる. また, 衝突速度が増大すると卓越共振振動数のばらつきが大きくなっていることがわかる.

### 3.2 近接爆発による破壊性状

図-9 に, 爆発実験後の試験体の一例を示す. 爆薬量 70g, 離隔距離 6.7cm のケースでは, 無損傷の試験体には表面破壊が生じ, 衝突速度 250m/s の試験体には表面破壊および裏面に多数のひび割れが生じた. また, 衝突速度 300m/s の試験体では裏面剥離が生じた. すなわち, 衝突による局部損傷が大きいほど, 試験体の耐爆性能が低下することがわかる.

## 4. 結言

本研究は, 局部損傷を受けた RC 板の耐爆性能について実験的に検討を行ったものである. 高速衝突実験および共振振動試験から, 衝突速度 200m/s 以上の衝突で損傷した RC 板の卓越共振振動数は大きく低下することがわかった. また, 局部損傷の程度が大きくなるにしたがい, 近接爆発による破壊性状は, 表面破壊, 裏面ひび割れ, 裏面剥離と進展することがわかった.

## 参考文献

- 1) 土木学会: コンクリート示方書(規準編), 2005

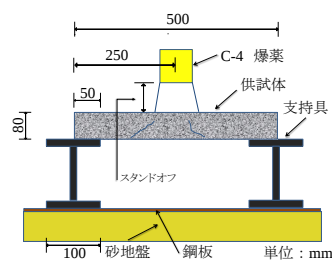


図-5 爆発実験の概要

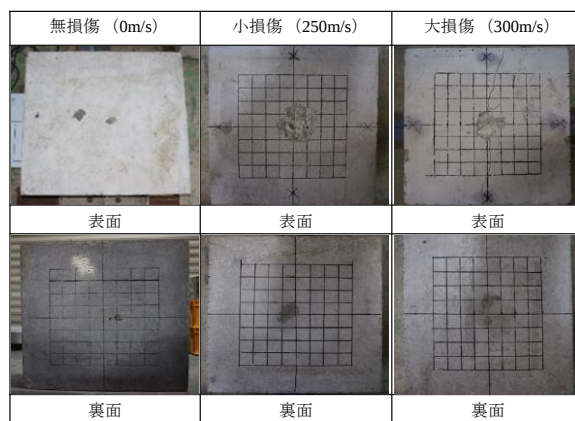
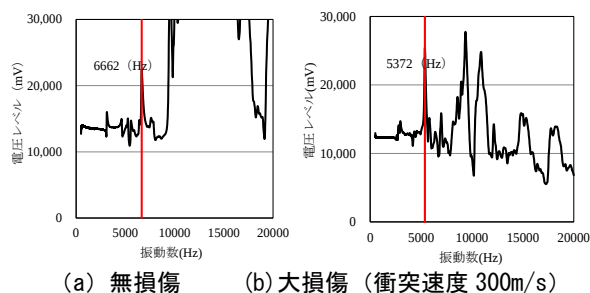


図-6 衝突実験による RC 板の損傷



(a) 無損傷 (b) 大損傷 (衝突速度 300m/s)

図-7 電圧レベルと振動数の関係

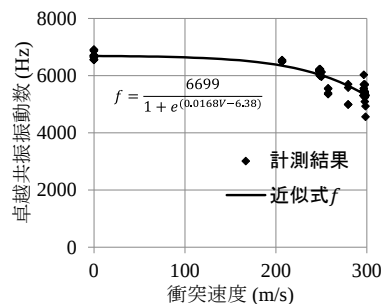


図-8 卓越共振振動数と衝突速度の関係

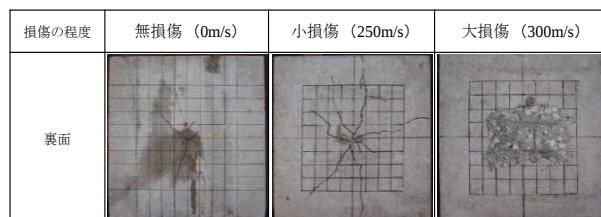


図-9 爆発実験結果の一例

(爆薬量 70g, スタンドオフ 6.7cm)