

飛翔体の先端形状がコンクリート板の 局部破壊に及ぼす効果

防衛大学校 ○ 学生員 松永慶二 学生員 松本憲幸 正会員 高橋芳彦
正会員 内田 孝 正会員 大野友則

1. はじめに

コンクリート構造物に対する飛翔体の衝突問題に関する研究は、衝突によって変形が生じない剛飛翔体を対象とした実験的研究が数多く行われ、飛翔体の先端形状の影響を考慮したコンクリート板の局部破壊予測式が提案されている¹⁾。しかしながら、構造物に対する航空機等の衝突においては、衝突に際して飛翔体にも変形が生じるいわゆる柔飛翔体の衝突が問題となる。著者らは既に、胴体部の剛さが異なる柔飛翔体の衝突がコンクリート板の局部破壊に及ぼす影響について検討した²⁾。本研究では、さらに柔飛翔体の先端形状を3種類に変化させ、先端形状の違いがコンクリート板の局部破壊に及ぼす効果について検討したものである。

2. 実験概要

本研究で使用した飛翔体は、図-1に示すように頭部、胴体部、尾部の3つの部分から構成されており、飛翔体の全重量はいずれも430gfである。胴体部および尾部はいずれの飛翔体とも同一で、頭部の先端形状を平坦・半球・円錐の3種類とした。図-2に飛翔体頭部の諸元を示す。頭部は鋼製で、半球を基準として3種類の重量および直径がほぼ同一になるように、平坦および円錐の高さを決定した。胴体部はステンレス製の中空パイプ(重量174.15gf)であり、外径34.1mm、肉厚1.5mm、長さ150mmである。なお、ステンレスパイプの静的軸方向座屈耐力は5.10tonfであった。尾部はプラスチック製(重量97.5gf)である。

コンクリート試験体は縦横60×60cmの単鉄筋コンクリート板であり、板厚は7～15cmの範囲で種々変化させ、合計23体について実験を行った。なお、鉄筋はφ6を用い、縦横16cm間隔に配置した。実験時におけるコンクリートの静的圧縮強度は平均約300kgf/cm²であった。

衝突は、高速衝突載荷装置³⁾を用い、飛翔体の試験体に対する衝突速度は約200m/secですべて同一とした。コンクリート板は上部2ヶ所をワイヤーで吊り、飛翔体の衝突によって移動可能な支持条件とした。

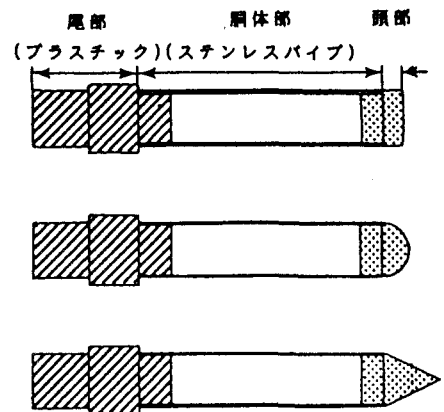


図-1 飛翔体の概要

	平坦	半球	円錐
重量	168gf	160gf	160gf
表面積	22.27cm ²	18.16cm ²	20.29cm ²
形状係数	0.72	0.84	1.14

図-2 飛翔体頭部の諸元

3. 実験結果

3.1 飛翔体の変形状

衝突後の飛翔体は図-3に示すように、先端形状の相違によらずほぼ同様に胴体部の衝突面側に局部座屈によるリング状の変形が生じた。図-4に、試験体板厚と座屈長さの関係を示す。座屈長さは、衝突によって生じた胴体部の変形長さである。なお、図中の黒塗は試験体に貫通が生じたことを表している。図から明かなように、飛翔体が試験体を貫通する場合は、貫通しない場合に比べ、座屈長さが小さくなる傾向が認められる。また、座屈長さは貫通の有無にかかわらず、平坦→半球→円錐の順に小さくなっている。これは、飛翔体のコンクリート板に対する貫入抵抗が平坦→半球→円錐の順に小さくなるため、胴体部に作用する軸方向力も平坦→半球→円錐の順に小さくなったものと推察される。

3.2 コンクリート試験体の局部破壊

試験体の局部破壊に及ぼす試験体板厚と先端形状係数の関係を図-5に示す。ここで、先端形状係数は文献1)で定義されているものであり、それぞれの値は図-2に示すとおりである。また、貫通、剥離、剥離限界および表面破壊の分類は文献2)と同じ方法を用いている。図から、貫通限界厚は先端形状にかかわらずほぼ一定になることが認められる。また、剥離限界厚²⁾は、先端形状係数が大きく(平坦→半球→円錐)なるに従い小さくなる傾向が認められる。剛飛翔体を対象として提示されているNDRC式¹⁾によれば、飛翔体の先端形状係数が大きくなると貫通および裏面剥離の各限界厚は大きくなるが、柔飛翔体の場合は必ずしもその傾向が認められない。

(参考文献)

- 1) Kennedy, R. P.: A Review of Procedures for the Analysis and Design of Concrete Structures to Resist Missile Impact Effects, Nuclear Engineering and Design, Vol. 37, No. 2, North Holland Publishing Co., May, 1976.
- 2) 松本ら: 柔飛翔体の高速衝突に対するコンクリート板の局部破壊、第18回土木学会関東支部技術研究発表会概要集、3.3

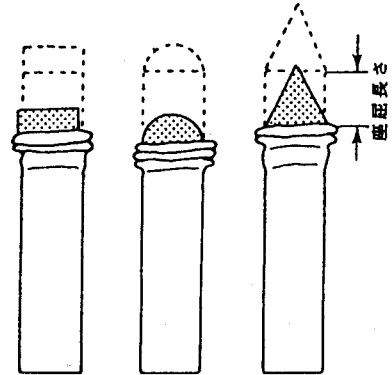


図-3 飛翔体の変形状

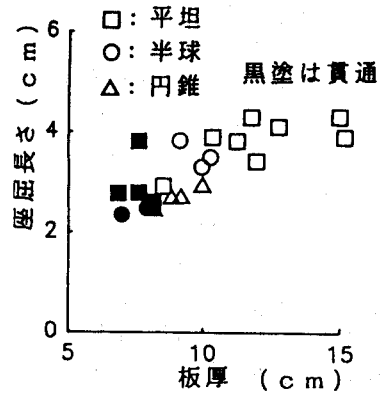


図-4 試験体板厚と座屈長さの関係

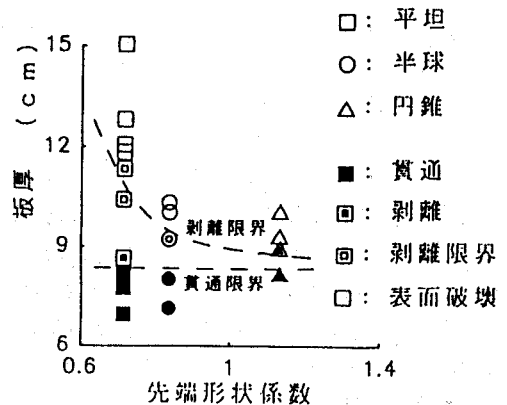


図-5 試験体の破壊状況に及ぼす先端形状係数と試験体板厚の関係