

(I - 35) 高速飛翔体の衝突に対する積層RC板の耐衝撃性に関する研究

防衛大学校 学生員 ○岡本 貢一 正 員 大野 友則
竹中工務店 正 員 上林 厚志

1. 緒言 衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリート板部材(以下RC板部材)の耐衝撃性を向上させる方法としては、衝突面裏側に鋼板のライニングを施す方法、コンクリート材料として繊維補強コンクリートや高強度コンクリートを用いる方法等が考えられている。しかしながら、これらの合成構造部材を対象とした高速飛来物の衝突実験(衝突速度:約200m/sec)

や解析的な研究例は少なく、その衝撃応答特性や耐衝撃性についてはいまだ明らかにされていないのが現状である。本研究では、衝撃応答のうち裏面剥離に着目し、耐衝撃補強方法の一方法として2枚のRC板を重ね合わせて2層構造化した積層RC板を対象とした高速衝突実験を行い、RC板厚の相違・前後の板厚関係、緩衝材の有無およびコンクリートの種類の相違が耐衝撃性に及ぼす影響について調べることを目的としている。

2. 実験の概要 実験は、図-1に示す

ような高速衝突実験装置(エアガン方式)を用い、飛翔体の衝突速度は平均約170m/secで行った。試験体は上部を2本のスリングで吊り自由支持条件とし、加速管の前方1.2mの位置に設置した。

(1)試験体の寸法:試験体は一边が60cmの正方形RC板で、一体型(板厚:7, 9, 11cm)と積層型(板厚:3, 4.5, 6cm)の2種類である。試験時における平均の静的圧縮強度は、普通コンクリート298kgf/cm²、軽量コンクリート399kgf/cm²および高強度コンクリート631kgf/cm²であった。

(2)試験体の種類:試験体の種類は図-2に示すように合計14種類とし、一体型はコンクリート強度および板厚を、積層型は前後の板厚関係および緩衝方法(ゴム:弾性係数500kgf/cm²)をパラメータとしている。

(3)飛翔体:飛翔体の頭部の径は約3.5cmであり、頭部および胴体部は鋼製、尾部はプラスチック製である。胴体部の静的座屈耐力は約19tonfであり、本実験では衝突後の変形がみられないことから、剛飛翔体とみなせる。

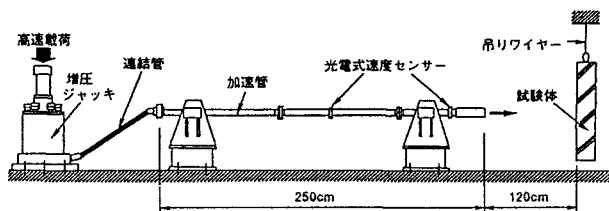


図-1 高速衝突実験装置の概要

コンクリートの種類	一体型			積層型			型の呼び名
	普通	高強度	軽量	重ね合せ型	空隙型	ゴム板型	
板厚	d (cm)			d ₁ + d ₂ (cm)			
	7			4.5+4.5	4.5+4.5	4.5+4.5	
	9	9	9	3.0+6.0	3.0+6.0	3.0+6.0	
側面図	11			6.0+3.0	6.0+3.0	6.0+3.0	後壁厚型 後壁薄型

図-2 試験体の種類

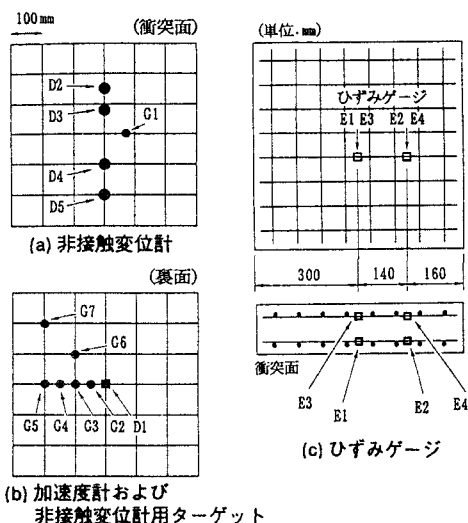


図-3 計測器の配置

(4)計測装置:図-3に示すように試験体の衝突面および裏面の加速度(加速度計G:7個)および変位(変位計D:2個)を計測し、また鉄筋のひずみ(ゲージE:4点)についても計測を行った。

3. 実験結果および考察

(1)破壊性状:実験による試験体の局部損傷の程度を表-1に示す。表から一体型と同じ板厚となるように2枚のRC板を組み合わせた2層構造試験体は、2層化しさらに緩衝材を設けることにより一体型(普通コンクリート)の損傷(剥離:29cm)より軽微になる傾向にある。最も効果があると考えられるのは後壁厚型試験体でゴムを緩衝材として用いた積層型である。コンクリートの種類で比べると、普通コンクリートおよび軽量コンクリートではほとんどその効果の差異は認められず、高強度コンクリートは裏面剥離限界であり、明らかに損傷を抑制する効果が期待できることを示す。

(2)加速度応答:図-4は、試験体裏面に生じた加速度の最大応答値を衝突点からの距離の関係で示したものである。(a)では2層構造化することでゴム板・空隙型の試験体裏面の中央付近に生じる加速度が一体型に比べて減少する。また2層構造化の方法の相違による加速度分布を比較すると、(b)~(d)ではいずれも後壁厚型が最も小さい加速度分布を示し、局部損傷もそれに対応して裏面剥離または裏面剥離限界、ひびわれになっている。前後の板厚関係と緩衝方法の相違により比較すると、(f)等厚型および(g)後壁厚型では重ね合わせ型よりゴム板・空隙型の加速度応答値が著しく減少している。衝突点を中心とした加速度の不等分布は、試験体内部に生じた応力波が局部的に集中したことを示すものと考えられる。衝突点から20cmの位置G5での値はG2で計測された値の約1/7~1/20であり、局部応答は衝突点を中心とした半径約20cm以内の範囲で生じているとみなせる。

4. 結言 R C板の耐衝撃性について実験的検討を行い、2層構造化、前後の板厚関係、緩衝材の存在およびコンクリートの種類の相違が裏面剥離に及ぼす効果について調べ、定性的な抑制効果について確認できた。

表-1 実験結果の一覧

			局部損傷の程度							
			重大						軽微	
試験体名	板厚 (cm)		貫 通	裏 面 剥 離					裏面剥離 限界	ひびわれ
	前壁	後壁		裏面剥離の大きさ						
				40cm	30	20	10	0		
重ね合せ型	4.5	4.5			●		○			
重ね合せ型	3.0	6.0	○		●					
重ね合せ型	6.0	3.0			●				○	
空隙型	4.5	4.5	○ ¹ ○ ² ● ¹						● ²	
空隙型	3.0	6.0	○ ¹ ○ ²			● ¹	● ²			
空隙型	6.0	3.0	○ ¹ ○ ² ● ¹ ● ²							
ゴム 板型	4.5	4.5	○ ¹	● ²			○ ²			● ¹
ゴム 板型	3.0	6.0	○ ¹ ○ ² ○ ³		● ²		○ ¹ ○ ²		● ¹ ● ²	● ³
ゴム 板型	6.0	3.0	○ ³		● ²		○ ¹ ○ ²	● ³		● ¹
一体型	普通コンクリート			● ²	● ¹					
一体型	高強度コンクリート							● ¹ ● ²		
一体型	軽量コンクリート		● ²			● ¹				

注：○は前壁裏面の損傷、●は後壁裏面の損傷、数字は各試験ごとの試験番号

注:○は前壁裏面の損傷、●は後壁裏面の損傷、数字は各試験ごとの試験番号

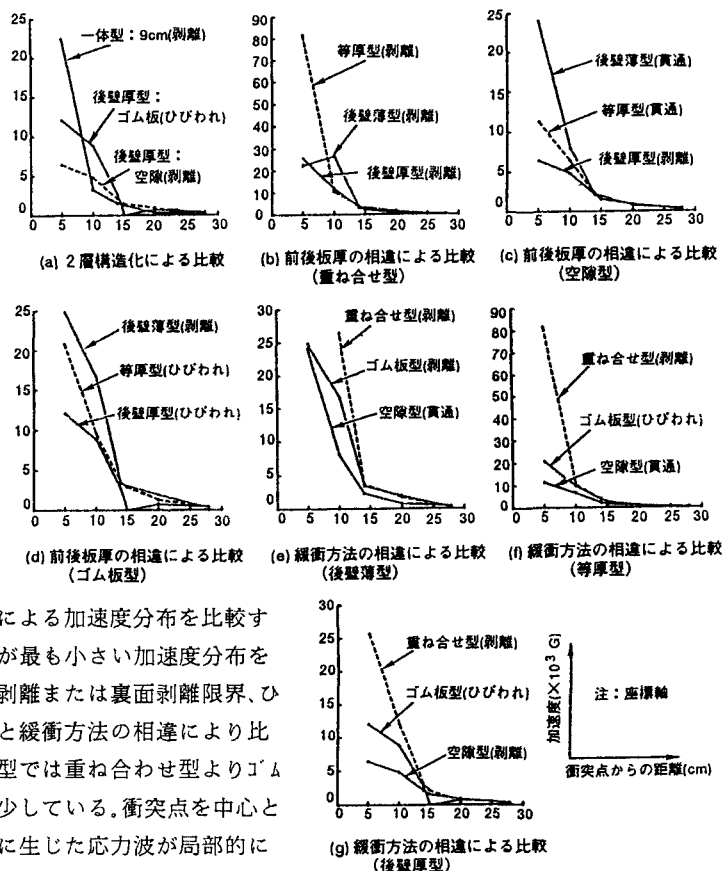


図-4 最大加速度値の分布