

(I - 13) 高速集中荷重を受けるRC板の押抜きせん断破壊に関する実験的研究

防衛大学校 ○学生員 北 川 真 正員 大 野 友 則
正員 内 田 孝 福 井 貴 司

1. 緒言 衝撃現象を解明する実験としては、一般に衝突実験、爆発実験および高速載荷実験がある。著者らはRC構造物に飛来物が衝突した場合を想定して、小型の衝突体による部材レベルでの高速衝突実験(衝突速度約170m/s)を行い、RC板の衝撃応答特性や耐衝撃性について調べている。¹⁾

本研究では、前報告の高速衝突実験¹⁾と同一諸元の試験体に対する高速載荷実験を行い、載荷速度やスパン比(せん断スパン/有効せい: LS/d)がRC板の破壊性状や終局限界性能に及ぼす影響について調べた。

2. 実験概要 (1)高速載荷実験装置: 本実験装置(図-1)は、一定の載荷速度(最大4m/sec)で試験体を変形させるものであり、得られるデータに対して慣性力や応力波の影響を無視することができる。載荷体の最大変位量は15cm、最大荷重容量は50tfである。

(2)試験体: 試験体は、寸法60×60cmの正方形複鉄筋コンクリート板(厚さ: $t=8, 10$ cm, コンクリート圧縮強度: $F_c=334.6\text{kg/cm}^2$)とし、図-2のように通常のRCスラブ(Type-A)と試験体中央部(載荷位置)に深さ1cmで縦横5×5cmの切欠き部を有する切欠きスラブ(Type-B)の2タイプを作製した。Type-Bの切欠きは、衝突時に衝突点で生じる表面破壊を想定したものである。

(3) 載荷方法: 載荷速度は静的(約 $4 \times 10^{-5}\text{m/sec}$)および高速(約3m/sec)の2種類とし、載荷体は高速衝突実験で用いた飛翔体と同一径(直径: $D=3.5\text{cm}$)の円柱載荷体(鋼製)を使用した。また、試験体は中央部に円形開口部を有する固定支持板(鋼製)

上に載せ単純支持とし、支持スパン(=開口部直径: $L=6\text{cm}, 10.5\text{cm}$ および30cm)の3種類を変化させた(図-1)。(4) 実験計測: 載荷体に50tfロードセルを取り付け、載荷点での荷重を計測した。また、加圧ビームに光学式変位計用ターゲットを取り付け、RC試験体の載荷位置の変位を計測した。

3. 実験結果および考察 (1)荷重～変位曲線:

本実験では、全試験ケースについて図-3に示す押抜きせん断破壊型の荷重～変位曲線が得られた。図より、静的載荷に比べ高速載荷の方が終局荷重が増大しており、ひずみ速度効果による耐力増加が認められる。また、Type-AとType-Bを比較すると載荷速度に関係なくType-Bの方が荷重が下回っている。これは、Type-Bの方が載荷位置での有効せいが小さいためであり、有効せいがスラブの終局荷重を支配する重要な要因のひとつであることがわかる。

(2)破壊性状: 図-4は、静的載荷と高速載荷の破壊断面の違いを模式化したものである。載荷速度の影響は、図よりとくにスパン6cmの場合の上面側において顕著であり、高速載荷

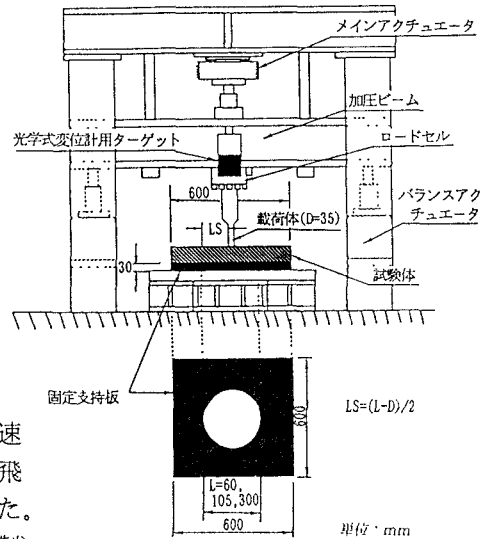
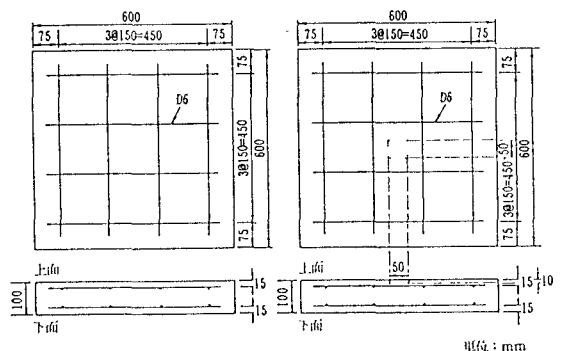


図-1 実験装置の概要



(a) Type-A

(b) Type-B

図-2 試験体の寸法・配筋($t=10\text{cm}$)

したものである。載荷速度の影響は、図よりとくにスパン6cmの場合の上面側において顕著であり、高速載荷

の方が載荷体近傍の表面破壊が大きくなっている。また、(a)について、各支持スパンにおける斜めひびわれの発生位置を比較すると、スパン6cmと10.5cmの場合には、ひびわれは、当初載荷位置から鉛直方向に向い、ほぼ中央付近に到達したあとと支点端部に向かっているのに対し、スパン30cmの場合には載荷位置から一定角度で下方へ向かい、引張鉄筋付近で緩やかな勾配になっている。さらに、スパン6cmの場合には、上面の圧縮側コンクリートに表面破壊が生じているのに対し、スパン30cmの場合には載荷位置の貫通孔を除き破壊は認められなかった。これは、スパン30cmのようにシラス比が大きくなると曲げの影響が大きくなり、斜め引張応力による引張破壊が生じやすくなるためと考えられる。なお、Type-BについてはType-Aに比べ上面の破壊の程度がやや小さく、静的載荷の場合には表面破壊はほとんど生じなかった。

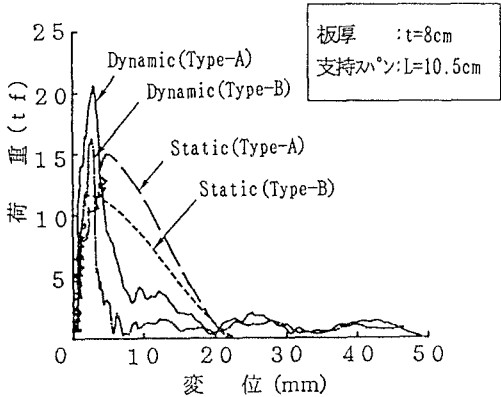


図-3 荷重～変位曲線の一例
(t=8cm,L=10.5cm)

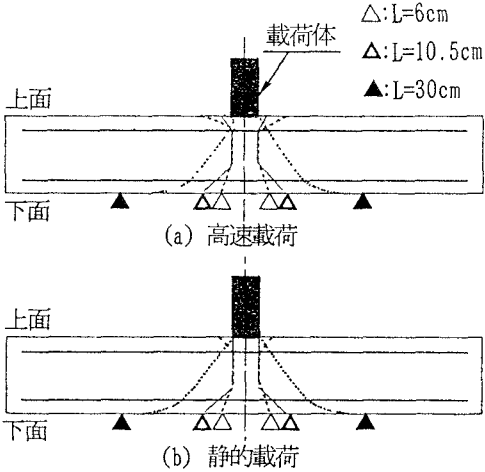


図-4 斜めひびわれ発生パターン(Type-A)

(3) 終局限界性能：図-5は、せん断応力度～シラス比関係である。せん断応力度は、 $\tau = P/b \cdot d$ (ここに、P: 押抜きせん断耐力(kgf), d: 有効せい(cm), b: 本実験条件では、シラス比が非常に小さいので、載荷周縁からd/2だけ離れた位置での周長ではなくすべて載荷体の周長(cm)とした。)によって算出した。

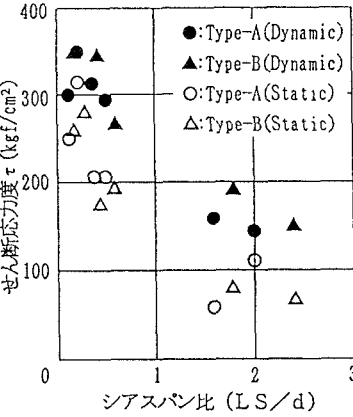


図-5 せん断応力度～シラス比関係

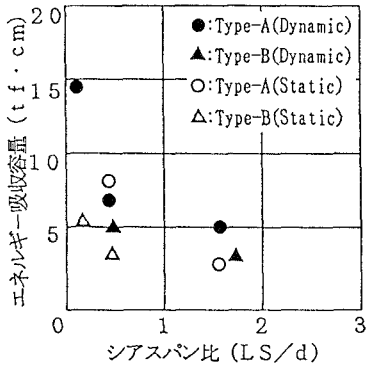


図-6 エネルギー吸収容量～シラス比関係
(厚さ:t=10cm)

図より、シラス比が小さくなるほどせん断応力度が上昇する傾向が認められる。また、図-6はエネルギー吸収容量～シラス比関係の一例(t=10cm)を示しているが、シラス比が小さいほどエネルギー吸収容量が増加している。

4. 結論 以上、本実験結果を要約すると、①載荷速度が速くなると、ひずみ速度効果により押抜きせん断耐力は増大する。②試験体の破壊断面より、シラス比が大きくなると曲げの影響が大きくなり、斜め引張応力による引張破壊が生じやすくなることがわかった。③押抜きせん断破壊を対象とした本実験条件下(LS/d ≤ 2.41)では、シラス比は、はりと同様にスラブについても終局限界性能に影響を及ぼすことが確認された。

謝辞：本実験を行うに際し、防衛大学校理工学研究科 小暮幹太君、岡本貢一君 同本科 仲西勝典君、坂元秀明君の協力を得たことを付記し、ここに謝意を表する。 [参考文献] 1) 北川、大野、内田、井元：飛翔体の高速衝突に対する2重RC板の耐衝撃性、土木学会第47回年次学術講演会概要集、pp.1112～1113、平成4年9月。