

I-471 RCおよびPC床板の重錘落下衝撃挙動

専修大学道短大 正員 三上 敬司 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一 日大生産工学部 正員 能町 純雄

1. まえがき 鉄筋およびプレストレスト構造体は、鋼とコンクリートから構成される合成構造体であるが、プレストレスの影響の有無によって、衝撃荷重載荷時の動的挙動は、異なることが予想される。構造物の合理的な耐衝撃設計法の確立のためには貫通、裏面剥離が起こらない程度の衝突衝撃荷重に対する両構造体の応答性状も含め理論的および実験的研究が必要であるものと考えられる。

本研究は、RCおよびPC床板模型を対象とし主に弾性領域および塑性初期の領域におけるこれらの床板の動的挙動を調べることを目的として、衝突速度を最大7.7m/secに限定した重錘落下衝撃実験を行い、衝撃力算定のための重錘加速度と鉄筋に貼付した歪ゲージを測定することによって、両床板の耐衝撃特性を実験的に検討したものである。著者らは、既にこれらの実験結果から歪の時刻歴応答、繰返し衝撃($V=4\text{m/sec}$)に対する挙動などを検討し、低速度衝撃ではいずれの床板もほとんど顕著な差は見られなかったものの、やや高速度衝撃ではPC床板の方が耐衝撃性が優れていることを報告している¹⁾。さらに、ここでは、スパン方向の下端筋歪分布およびコンクリート裏面の塑性化状態について考察し両床板の耐衝撃性に対する検討を行った。

2. 衝撃実験概要 衝撃実験は、室蘭工業大学に設置している落錘衝撃万能試験機を用いて行った。供試体は、四辺単純支持とするために支持部床板上下に鋼製ローラーを設置し、ボルトを用いて支持台に固定している。試験体は形状寸法 $150 \times 150 \times 10\text{cm}$ 、かぶり 1cm 、鉄筋比が片側約1%の複鉄筋断面である。歪ゲージの貼付位置および配筋図を図-1(PC床板は左側、RC床板は右側)に示している。両コンクリート床板は、いずれも4体づつ2度に分けて打設した。また、PC床板のプレストレスは、2方向に断面平均 50kgf/cm^2 導入することとした。計測方法については、紙面の都合上省略するものとする。

3. 実験結果 図-2(a)~(c)は、重錘の衝突速度 $V=1, 3, 4\text{m/sec}$ までの任意時刻におけるスパン方向の下端筋歪分布とこの歪分布から推定したコンクリート裏面の塑性化状態を示している。ここでは、基準軸より下方が引張側、上方が圧縮側である。なお、 $V=1, 3, 4\text{m/sec}$ は、両床板共に処女載荷の場合の歪である。まず

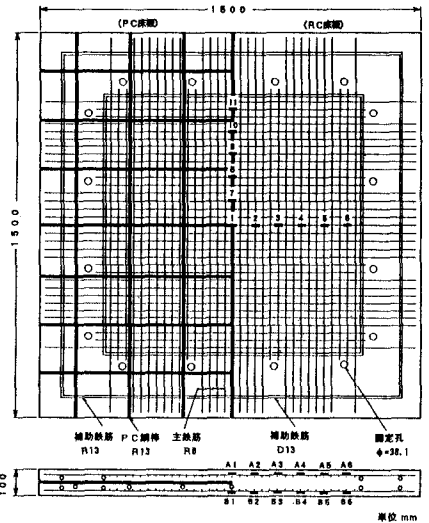


図-1 歪ゲージ貼付位置および配筋図

最初に、スパン方向の下端筋分布について述べる。図(a)より、両者の主波動の伝播状況を比較するとRC床板では、 $t=0.4\text{msec}$ で測定点B3と支点との間で圧縮歪を示しているが、時間の経過とともに引張領域へ移行し、 $t=1.6\text{msec}$ では、ほぼ最低次振動状態となっている。一方、PC床板でも、RC床板と同様な伝播状況を呈している。歪の応答値については、PC床板の方がRC床板より小さめな値を示している。図(b)の 3m/sec における歪分布について 1m/sec の場合と比較すると、両床板共に、応答値はかなり増幅されるが、振動状態については同様な傾向となっている。また、図(c)の 4m/sec における歪分布では、両床板の 1m/sec に対してそれぞれ約4倍の歪が増幅されている。両者の伝播状況は、PC床板では $t=1.6\text{msec}$ でほぼ最低次振動状態を呈しているものの、RC床板の場合では、B2近傍で変曲点となって最低次モードと3次モードが重ね合ったような分布性状へ移行しつつある。これらの歪分布からRCとPC床板を比較すれば、RC床板では速度の増加とともに中央部の歪が増大し、最低次モードに3次モードが僅かに重なったような振動性状となり中央部のコンクリート裏面の破壊が進んでいると思われる。これに対してPC床板では、この傾向はそれほど顕著ではない。

次に、コンクリート裏面の塑性化の進行状況について述べる。RCおよびPC床板のコンクリート設計基準強度は、いずれの床板も400kgf/cm²である。RC床板のコンクリート引張強度²⁾より求めた引張歪能力³⁾ ϵ_c は、97 μ (弾性係数 $E=278500\text{kgf/cm}^2$) となり、PC床板の場合はプレストレス導入応力による鋼棒の圧縮歪 ϵ_c も加えると247 μ ($V=1\text{m/sec}$ に対して $\epsilon_c=160\mu$ 、 $E=313000\text{kgf/cm}^2$) と213 μ ($V\geq 3\text{m/sec}$ に対して $\epsilon_c=138\mu$ 、 $E=362000\text{kgf/cm}^2$) となる。これらの値(点線)を越えることは、コンクリートの引張歪が弾性域から塑性域(斜線部分)へ移行することであり、このことからひび割れが発生していることを意味していると思われる。RC床板の1m/secの場合は、 $t=0.4\text{msec}$ では測定点B1とB2の中間付近で、また $t=1.2\text{msec}$ ではB2まで塑性化が進んでいる。3m/secでは、床板のコンクリート裏面が $t=2\text{msec}$ でB5を越えたところまで塑性化が進んでいる。さらに、4m/secでは、ほぼ板全体に塑性域が広がっていることがわかる。一方、1m/secの場合のPC床板の歪分布では、 $t=0.8\text{msec}$ における載荷点位置で引張歪能力を僅かに越えたためにコンクリート裏面にひび割れが発生していると思われる。PC床板もRC床板の場合ほど顕著ではないが、速度が増加するに従い支点に向かって徐々に塑性化が進行している。また、この両床板を比較すると、特にやや高速度($V=4\text{m/sec}$)では、RC床板はほぼ板全体に塑性域が広がりかつ載荷点近傍ではかなりのひび割れが発生していると思われる。これに対して、PC床板ではスパン長の1/4のB4までしか塑性域が到達していないようである。従って、PC床板の方がプレストレスの影響を受けているためにコンクリート裏面の塑性化がかなり抑制できることがわかる。

4. あとがき 本研究では、スパン方向の下端筋歪分布と裏面コンクリートの塑性化の進行状態について検討し、RCおよびPC床板の耐衝撃性を考察した。その結果、次のことがわかった。

1) 下端筋の歪分布は、 $V\leq 3\text{m/sec}$ では、いずれの床板も最低次モードを呈しているが、RC床板では、 $V=4\text{m/sec}$ で最低次モードと3次モードが重ね合った分布性状へ移行している。また、RC床板の中央部の下端筋歪は、PC床板に比べてかなり大きくなっていることから床板裏面の破壊が進んでいると思われる。

2) PC床板では、RC床板に比べてプレストレス効果によってコンクリート裏面の塑性化の進行をかなり抑制できることがわかった。

3) 1)、2)の結果をまとめると本実験の模型および衝突速度程度ではRC床板よりPC床板の方が耐衝撃性に優れていると思われる。

参考文献 1) 三上、岸、松岡、能町：RC床板およびPC床板の重錘落下衝撃挙動、土木学会北海道支部論文報告集、pp. 301~306、1992。 2) 土木学会編：平成3年度版コンクリート標準示方書—設計編、p. 18、1991。 3) W.F.Chen (色部他訳)：コンクリート構造物の塑性解析、丸善、p. 397、1985。

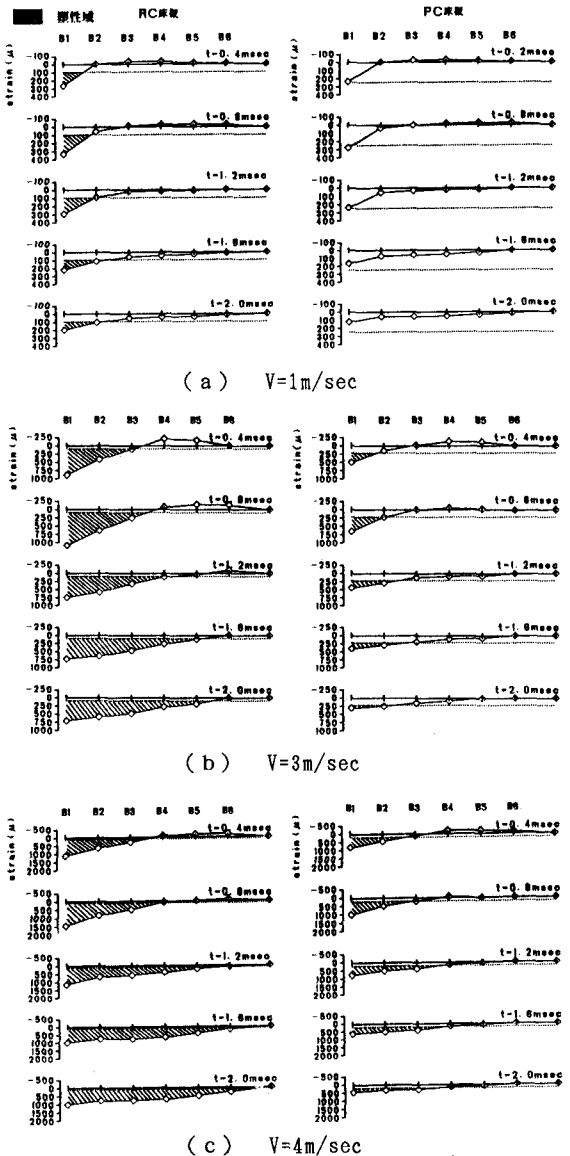


図-2 下端筋歪分布とコンクリート裏面の塑性化状態