

エアフローティング衝突実験によるコンクリート供試体のエネルギー吸収性能について

防衛大学校 学 生 員 ○角田 正昭 正 会 員 梶田 幸秀
正 会 員 香月 智 フェロー 石川 信隆

1. はじめに

本研究は、コンクリート構造物の局部破壊によるエネルギー損失量の定量的な把握を目的とし、エアフローティング実験装置を用いて、コンクリート供試体に衝撃力を与え、コンクリート供試体が局部破壊する時の局部吸収エネルギー量を求める実験¹⁾を行ったものである。

2. エアフローティング衝突実験の概要

2.1 実験手法

本衝突実験は、空気によって鋼材を浮かし、水平方向にはほとんど摩擦がない状態で鋼材が運動することのできるエアフローティング実験装置を用いて行った。写真-1 に示すとおりエアフローティング実験装置に 2 つの鋼材を設置し、1 つの鋼材に初速度を与え、静止しているもう 1 つの鋼材に衝突させることにより 2 物体の衝突現象を再現している。本実験では、初速度を与えた鋼材を衝突鋼材、静止している鋼材を被衝突鋼材と呼ぶ。コンクリート円柱供試体（ $\phi 50\text{mm}$ ，高さ 100mm ）は被衝突鋼材の衝突面に設置した。

2.2 計測項目

計測項目は、鋼材の移動距離、コンクリート円柱供試体に発生する荷重と表面ひずみである。鋼材の移動距離はレーザー式変位計を用いて計測し、計測データを時間微分することにより衝突前後の鋼材の速度を求め、さらには衝突前後の鋼材の運動エネルギー量を求めた。コンクリート円柱供試体に発生する荷重は、写真-2 に示すとおり、あらかじめ鋼材に取り付けたロードセルにより計測を行い、表面ひずみについてはひずみゲージを 2 枚設置して計測した。

2.3 初速度の設定

衝突鋼材に与える初速度の設定は以下のように行

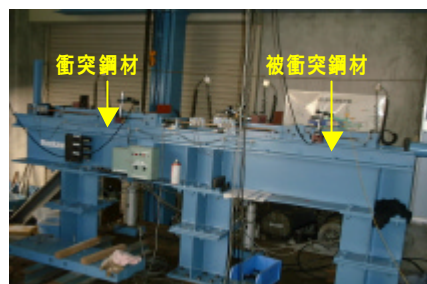


写真-1 エアフローティング
衝突実験装置全景

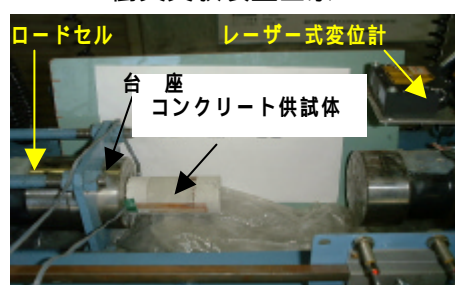


写真-2 供試体設置状況

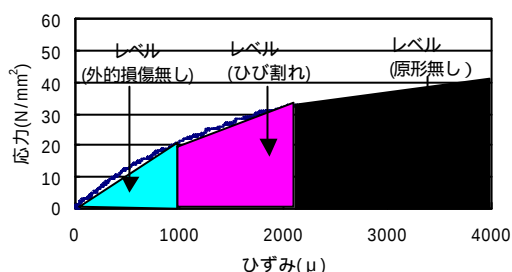


図-1 コンクリートの応力～ひずみ関係（静的試験）

った。図-1 に示す静的圧縮試験結果より、コンクリート円柱供試体の状態を 3 段階に分け、それぞれをレベル 1, 2, 3 と呼ぶことにする。レベル 1 はコンクリート円柱供試体に外的損傷は全く見られない、いわゆる弾性状態、レベル 2 はコンクリート円柱供試体表面にひびが入る程度の弾塑性状態、レベル 3 はコンクリート円柱供試体が破壊し、円柱形状ではなくなる破壊状態を指す。このような状態になると予想されるコンクリート供試体の吸収エネルギー量を静的圧縮実験結果から算定し、その結果、鋼材に

キーワード：コンクリート，エアフローティング衝突実験装置，損失運動エネルギー，ひずみエネルギー

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL:0468-41-3810（内線 3516）FAX:0468-44-5913

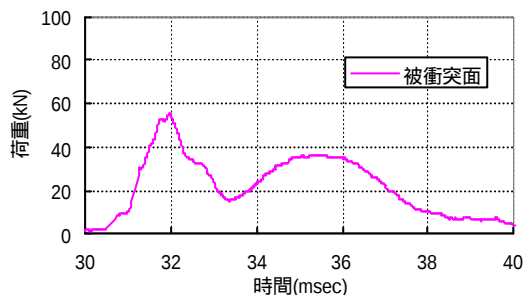


図-2 荷重～時間関係(初速度 0.5m/s：レベル 2)

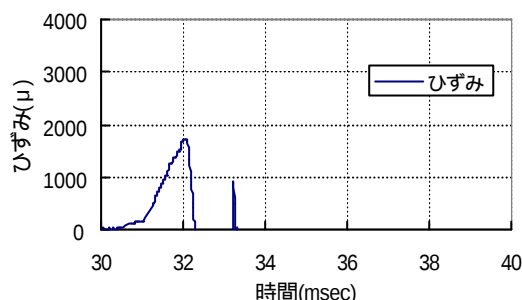


図-3 ひずみ～時間関係(初速度 0.5m/s：レベル 2)

与える初速度をレベル 1, 2, 3 でそれぞれ 0.3m/s, 0.5m/s, 1.3m/s とした。

3. 実験結果と考察

3.1 衝突実験による応力～ひずみ曲線について

図-2, 3 に初速度 0.5m/s (レベル 2) の場合の荷重～時間関係およびひずみ～時間関係を示す。これら 2 つのグラフより時間軸を消去したものが図-4 に示す衝突実験により得られた応力～ひずみ曲線である。図-4 では、各初速度での実験結果を 1 つのグラフに示しており、また静的圧縮試験結果についても示している。これより各初速度でのコンクリート円柱供試体の応力～ひずみ関係は静的試験の結果にほぼ一致していることがわかる。

3.2 鋼材の運動エネルギーの損失量とコンクリート円柱供試体のエネルギー吸収量

図-5 に衝突速度と鋼材の運動エネルギーの損失量ならびにコンクリート円柱供試体の全体エネルギー吸収量の関係を示す。鋼材の運動エネルギーの損失量(ΔE)とは、鋼材の衝突前後における運動エネルギー量の差を示しており、コンクリート円柱供試体の全体エネルギー吸収量(ΔU)とは、図-4 に示した衝突実験により得られた応力～ひずみ曲線の描く面積を求めたものである。図-5 より鋼材の運動エネルギーの損失量は衝突速度が速くなるにつれ大きくなるのに対し、コンクリート円柱供試体のエネルギー吸収量(約 10J)はそれほど変化がないことがわか

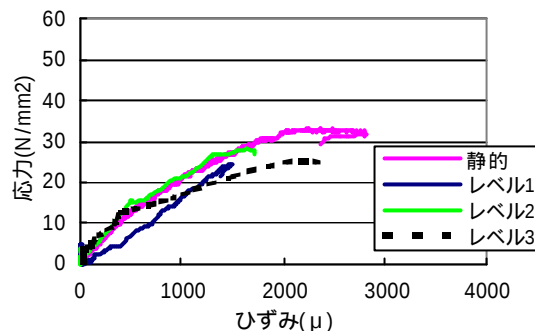


図-4 衝突実験による応力～ひずみ関係

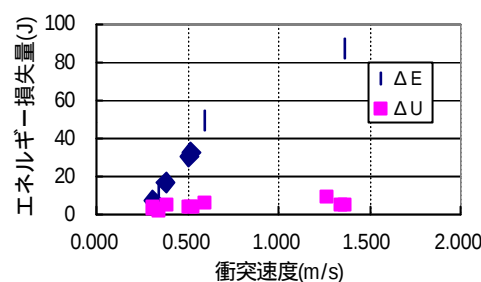


図-5 ひずみエネルギーと損失運動エネルギー

る。外力が働いていない本実験では、鋼材の運動エネルギーの損失量はコンクリート円柱供試体の全体および局部吸収エネルギー($\Delta E = \Delta U + \Delta L$)となると考えられる。したがって、局部のひび割れや割裂破壊によるエネルギー吸収量($\Delta U =$ 約 80J:約 90%)が大きくなり、そのエネルギー量は応力～ひずみ関係から求めるエネルギー量(約 10J:約 10%)よりも大きくなることがわかった。

4. まとめ

エアフローティング実験装置を用いたコンクリート円柱供試体の衝突実験より得られた結果は、以下のとおりである。

- (1) 衝突実験より得られた応力～ひずみ関係は、衝突速度に関わらず静的な応力～ひずみ関係とほぼ一致する。
- (2) 衝突速度が速くなるにつれ、局部のひび割れや割裂破壊がおり、そこで失われる局部吸収エネルギー(ΔL)は、応力～ひずみ関係から求める全体吸収エネルギー(ΔU)よりも大きくなることがわかった($V=1.3\text{m/s}$ で $\Delta L/\Delta E=90\%$)。

参考文献

- 1) 鈴木真次, 香月智, 石川信隆, 石川芳治, 古川浩平: 鋼球のコンクリート供試体への振り子式衝突による局部損失エネルギーとその評価モデルに関する基礎的研究 土木学会論文集 No.543/I-36, 91-105, 1996. 7

