

# 論文の内容の要旨

申請者 上野 裕稔

## 論文題目

短繊維補強によるセメント系材料板の裏面剥離抑制効果に関する研究

近年、世界各国において爆破テロや爆発事故が多発している。爆破テロや爆発事故が生じると、構造物は爆風圧によって直接的な被害を受けるとともに、爆発物近傍においてはコンクリート塊や金属破片等が数 100m/s から数 1,000m/s の速度で飛散する。この飛散物が周囲の構造物に高速度で衝突すると、構造物は 2 次的な被害を受ける。コンクリート部材に飛散物等が高速度で衝突すると、全体破壊だけではなく、局部破壊、すなわち表面破壊、貫入、裏面剥離および貫通が発生する可能性がある。したがって、原子力関連施設などの社会的に重要な構造物に対する防護設計法や耐衝撃補強方法の確立が必要である。

本研究は、飛翔体の高速衝突を受ける繊維補強セメント複合材料板の裏面剥離抑制効果およびその評価方法を検討したものである。特に、繊維補強コンクリート(FRC)および超高強度繊維補強コンクリート(UFC)に着目して研究を行った。まず、3 種類の FRC 板に対する剛飛翔体の高速衝突実験を行い、マトリクスや短繊維の種類が裏面剥離抑制効果に与える影響を検討した。次に、2 種類の UFC 板に対する剛飛翔体の高速衝突実験を行い、UFC 板の裏面剥離抑制効果について検討するとともに、繊維の種類が裏面剥離抑制効果に与える影響を検討した。剛飛翔体の高速衝突に対する局部破壊評価を行うため、修正 NDRC 式に低減係数を乗じることで各繊維補強セメント複合材料板の裏面剥離限界板厚および貫通限界板厚を評価する方法や、飛翔体の運動エネルギーを用いて各限界板厚を評価する方法を提案した。最後に、上記の FRC および UFC 板に対して柔飛翔体の衝突実験を行い、柔飛翔体の高速衝突を受ける局部破壊の特徴およびその評価法の考え方を整理した。

本論文は 6 章で構成され、本研究における各章の内容と成果の概要は以下の通りである。

**第 1 章「序論」**では、本研究の対象とする飛翔体の高速衝突を誘起する爆発災害の実態と傾向を整理するとともに、コンクリート板および各繊維補強セメント複合材料板の局部破壊

に関する既往の研究についてまとめた。また、本研究の目的を示すとともに本論文の構成について述べた。

**第2章「剛飛翔体衝突に対する繊維補強コンクリートの裏面剥離特性に関する実験的検討」**では、3種類のFRC板に対して質量46gの鋼製飛翔体を速度約200~400m/sで衝突させ、短繊維の種類が局部破壊の抑制効果に与える影響を検討した。実験から、各FRCはプレーンコンクリートに比べて局部破壊を抑制することを確認した。また、ポリビニルアルコール製繊維をモルタルマトリクスに混入したDFRM板は、プレーンコンクリート板と比較して裏面剥離限界板厚が30%程度小さくなることを確認した。

**第3章「剛飛翔体衝突に対する超高強度繊維補強コンクリートの裏面剥離特性に関する実験的検討」**では、2種類のUFC板に対して質量46gの鋼製飛翔体を速度約200~500m/sで衝突させ、短繊維の種類が局部破壊の抑制効果に与える影響を検討した。実験の結果、超高強度繊維補強コンクリートの裏面剥離限界板厚はUFC-FM板で約40~50%小さくなることを確認した。

**第4章「剛飛翔体の運動エネルギーによる繊維補強セメント複合材料板の裏面剥離限界板厚評価法に関する検討」**では、第2章、第3章で考察したFRCおよびUFC板の局部破壊評価法として、飛翔体の運動エネルギーを用いて各限界板厚を評価する方法を提案した。本手法により板厚60mmの場合の裏面剥離限界エネルギーを試算したところ、プレーンコンクリート板は372Jであるのに対し、PPFRC板、VFRC板およびDFRM板でそれぞれ723J、1,626Jおよび2,481Jとなった。また、UFC-FO板およびUFC-FM板でそれぞれ3,478Jおよび3,940Jと飛躍的に大きくなることを示した。

**第5章「柔飛翔体の高速衝突を受けるプレーンコンクリート板および各繊維補強セメント複合材料板の裏面剥離特性に関する実験的検討」**では、FRCおよびUFC板に対する柔飛翔体の高速衝突実験を行い、柔飛翔体の衝突を受けるFRCおよびUFC板の破壊特性や柔飛翔体の損傷について考察した。実験から、柔飛翔体を各繊維補強セメント複合材料板に衝突させた場合では、剛飛翔体の場合よりも裏面剥離限界板厚が小さくなることを確認した。また、柔飛翔体の高速衝突を受けるFRCおよびUFC板の局部破壊評価の考え方を整理した。

**第6章「結論」**では、本研究で得られた成果を総括し、今後の展望について述べた。