

I-470

鋼板ライナー付きRCスラブの耐衝撃性に関する実験的研究

防衛大学校 ○学生員 小暮 幹太 防衛大学校 正員 大野 友則
 防衛大学校 正員 内田 孝 鹿島建設㈱ 正員 河西 良幸
 鹿島建設㈱ 正員 坪田 張二

1. まえがき

近年、鋼板ライナー(以下ライナーと呼ぶ)を取り付けた部材の各種土木構造物(原子力関連施設等)への応用が考えられるようになってきた¹⁾。このような合成部材は、靱性が高く、エネルギー吸収能に優れていることは既に知られているが、衝撃荷重を受けたときの破壊メカニズムについては、いまだ未解明であり、その究明のための基礎実験、理論、解析の蓄積が必要である。本研究では、ライナー付きRCスラブに対する高速載荷実験(変位速度約3m/sec)および高速衝突実験(衝突速度約180m/sec)を行い、通常のRCスラブに対する実験値との比較より、耐衝撃性に及ぼすライナーの効果を調べたものである。

2. 実験概要

(1) RC板試験体: 試験体は、高速載荷実験においては、図-1(a)に示す7×120×120cmの正方形複鉄筋コンクリート板を、高速衝突実験では図-1(b)の5~16×60×60cmの複鉄筋コンクリート板(板厚5cmのみ単鉄筋)を使用した。実験では、ライナーの効果を調べることを目的とすることから、鉄筋径(φ6)および鉄筋の配置間隔(10cm)は一定とした。またRC板にはライナー(SS41:厚さ0.8,1.2,1.6mm)を5cm間隔に配したスタッド(M3, φ35mm)で、衝突面の反対側の面に取り付けた。なお、ライナーの接着の効果を調べるため、高速衝突実験ではスタッドの代わりにエポキシ系樹脂でライナーをRC板に接着した試験体についても実験を行った。

(2) 載荷体および飛翔体: 高速載荷実験に用いた載荷体はφ30cmの鋼製円盤を使用した。飛翔体は図-2に示すように、頭部を鋼製(重量160g、先端:平坦)、胴体部は鋼製で、飛翔体の全重量は430gである。

(3) 実験装置: 衝突実験装置の概要を図-3に示す。高速載荷実験は、高速載荷装置²⁾を使用した。試験体は4辺単純支持とし、RC板中央に載荷し、載荷体の最大変位は15cmとした。衝突実験装置は、高速載荷装置と飛翔体発射装置²⁾から構成される。試験体は、発射管の出口から1.2mの位置に上部を2本のストリングで吊り、飛翔体がRC板の中央に衝突するように設置した。

3. 実験結果および考察

(1) 破壊形状: 図-4に通常のRC板とライナーを取り付けたRC板の高速載荷実験における裏面の破壊形状の一例を示す。ライナーのない試験体は載荷体が板を押し抜けてコンクリートが欠落し、多くのひび割れが

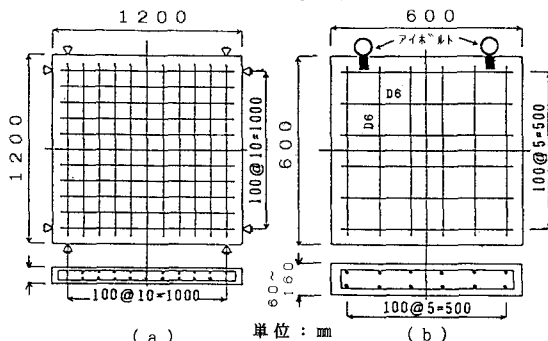


図-1 高速載荷および高速衝突実験試験体の概要

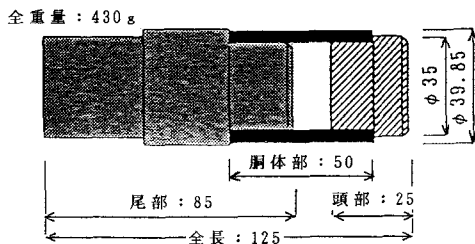


図-2 飛翔体の諸元 単位: mm

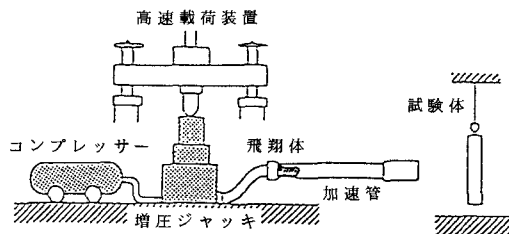


図-3 高速衝突実験装置の概要

みられる。一方、ライナーを有する試験体では、載荷体は板を押し抜いたがコンクリートの欠落は防止した。ライナーは、載荷体直下部の図中破線で示す部分が顕著に盛り上がった。

(2)耐荷力およびエネルギー吸収容量：図-5は、高速載荷実験で得られた荷重～変形曲線の一例である。実験より、ライナーを有するRC板の耐荷力は、高速載荷の場合、通常のRC板と比較して約2.4倍、エネルギー吸収容量は、約3.8倍に増加している。これは、ライナーによって部材の剛性が向上すること、また破壊形状からわかるようにライナーによって欠落しなかったコンクリートの碎片の影響により耐力が低下しないため、部材の靱性が向上したためと考えられる。

(3)RC板の局部破壊：高速衝突実験では、ライナーを取り付けた試験体は、裏面で剥離するコンクリートの飛散を防止した。またスタッドは、裏面剥離に相当する範囲で押し抜かれ、ライナーはRC板から僅かに剥離した。板厚が小さくなると飛翔体はライナーも貫通し、貫通孔近辺のライナーは花卉状にめくれ上がった。RC板厚が大きくなるとライナーの変形も小さくなり、スタッドへの影響は、外観では認められなかった。

(4)局部破壊に及ぼすライナーの効果：図-6は、局部破壊とRC板厚・ライナー厚の関係を示したものである。ライナー付きRCスラブの場合、スタッドが押し抜かれたことが外観から確認できる場合を裏面剥離とした。ライナーを取り付けることで、貫通限界板厚を小さくすることができる。すなわち、ライナーの無いRC試験体の貫通限界厚は8cmであり、1.2mmのライナーを取り付けた場合は6cmとなる。したがって、1.2mmのライナーはコンクリート厚2cmの効果とみなすことができる。裏面剥離に対しても、同じような傾向が認められる。ライナーを取り付けることで、図中、裏面剥離とみなした点において、コンクリートの飛散は防止した。エポキシ系樹脂で接着した効果については、試験体数が少なかったため、明瞭な傾向を把握できなかった。しかし、板厚5cmで、ライナー厚1.2mmの時を比較すると、スタッド取り付けの場合では貫通しているが、エポキシ系樹脂で接着すると貫通を防止しており、エポキシ系樹脂による取り付けの方が有効であると考えられる。

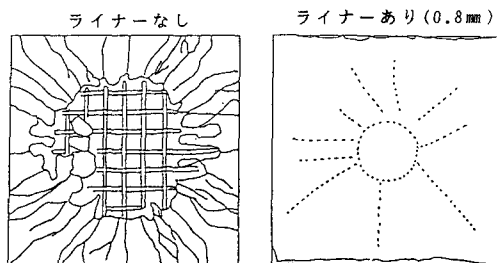


図-4 ライナーの有無による裏面の破壊の相違

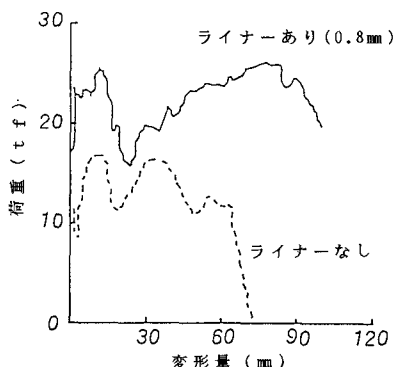


図-5 荷重～変形曲線

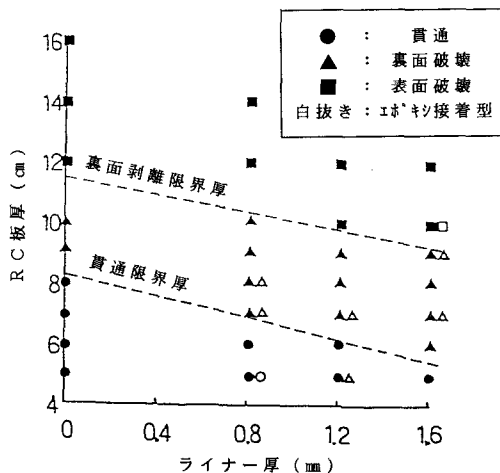


図-6 RC板・ライナー厚と局部破壊の関係

「参考文献」1)土木学会：鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン、pp.257-271、1989 2)内田他：高速載荷および高速衝突実験装置の開発、落石等による衝撃問題に関するシンポジウム論文集、pp.105-110、1991