

アラミド繊維シートで裏面補強したコンクリート板の耐爆性能向上に関する実験的研究

防衛大学校 学生会員 ○稲村 大吾 学生会員 大久保 一徳
正会員 別府 万寿博, 大野 友則, 佐藤 和幸

1. 緒言

社会的に重要な施設および火薬類や危険物の貯蔵施設を建設する際には、爆破テロや不測の事故による爆発荷重を考慮する必要がある。しかし、このような大規模な爆発荷重に対して鉄筋コンクリート(RC)構造物の耐爆設計を行うと、通常荷重に対する壁厚より過大に厚くなる。近年、橋梁の耐震補強材としてアラミド繊維シートが注目されている。そこで、このアラミド繊維シートを用いて RC 部材を補強することにより、部材厚の増加を抑えながら耐爆性能の向上が期待できる。

本研究は、アラミド繊維シートで裏面補強したコンクリート板に、接触爆発による爆発荷重を与え、コンクリート板の耐爆性能がどの程度向上するかを実験的に検討したものである。

2. 実験の概要

実験は、防衛大学校火薬類実験施設にある直径 4m の爆発ピットにおいて行った。図-1 に実験の概要を示す。コンクリート板供試体は、50cm×50cm×8cm で、コンクリートの圧縮強度は 22.3N/mm² である。コンクリート板の支持条件は、2 辺支持とした。円柱型に成形した 46g の C4 爆薬をコンクリート板上に接触させた状態で設置し、起爆した。補強の種類としては、表-1 に示すように、1 方向および 2 方向のアラミド繊維をそれぞれ 1 枚と 2 枚用いて、コンクリート板の裏面に接着したものを作製した。アラミド繊維の力学特性を表-2 に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 破壊モード

実験の結果、無補強および繊維補強したコンクリート板の局部破壊は、図-2 に示すように①クレータ+スポール、②貫通、③コンクリート内部の斜めひび割れと接着部の損傷に分類された。ここで接着部の損傷とは、コンクリート板とアラミド繊維シートとの接着部コンクリートに生じるひび割れ破壊のことである。各実験ケースの破壊モードを表-3 に、代表的な損傷状況を表-4 に示す。繊維補強なしのケースでは、クレータとスポール、および貫通の実験結果が得られた。1 方向アラミド繊維シート 1 枚で補強したケースでは、スポールは発生し

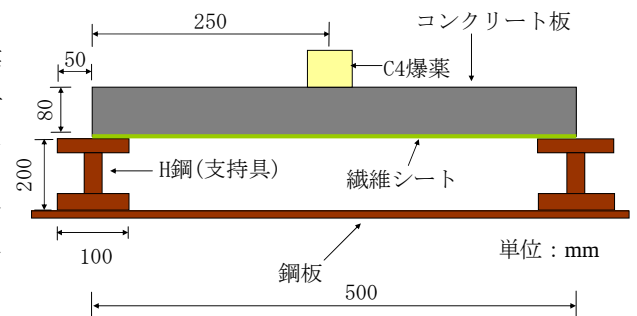


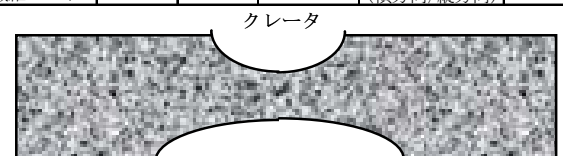
図-1 実験の概要

表-1 実験ケース

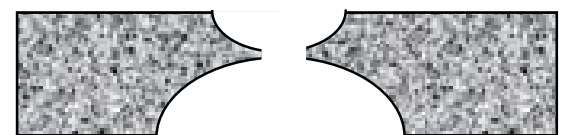
実験番号	繊維の方向	繊維シートの枚数
1	なし	0枚
2	なし	0枚
3	1方向	1枚
4	1方向	1枚
5	1方向	2枚
6	1方向	2枚
7	2方向	1枚
8	2方向	1枚
9	2方向	2枚
10	2方向	2枚

表-2 アラミド繊維の力学特性

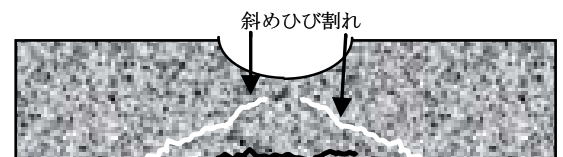
	目付量 (g/m ²)	引張強さ (N/mm ²)	引張弾性力 (N/mm ²)	設計強さ (mm)	保証耐力 (tf/m)
1方向アラミド 繊維シート	280	2,060以上	118,000	0.193	40
2方向アラミド 繊維シート	650	2,060以上	118,000	0.193/0.193 (横方向/縦方向)	40/40



(a) クレータ+スポール



(b) 貫通



コンクリートと繊維の接着部の損傷

(c) クレータ+斜めひび割れ+接着部の損傷

図-2 破壊モードの分類

キーワード：コンクリート板，C4 爆薬，アラミド繊維，クレータ（表面破壊），スポール（裏面剥離），飛散防止，補強効果

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 Tel：046-841-3810

なかったが、コンクリート内部に大きな斜めひび割れおよび接着部の損傷が生じた。1方向アラミド繊維シート2枚で補強したケースは、1方向繊維シート1枚のケースと同様に、斜めひび割れが生じたが、ひび割れの程度は小さかった。2方向アラミド繊維シート1枚で補強したケースでは、斜めひび割れは発生せず、接着部の損傷のみが生じた。2方向アラミド繊維シート2枚で補強したケースでは、斜めひび割れおよび接着部の損傷のいずれも生じなかった。以上より、コンクリート板の裏面を繊維シートで補強すると、全てのケースで裏面におけるスポールの程度を低減することができた。また、繊維の方向や枚数を増やすと、補強効果も顕著になり、裏面のコンクリート片の飛散も防止することができた。すなわち、繊維シート補強によって、コンクリート板の耐爆性能が大きく向上していることが認められた。

3.2 クレータの直径および深さ

クレータ損傷の深さおよび直径を、図-3に示す。損傷が最も低減された2方向アラミド繊維シート2枚で補強したケースのクレータの直径と深さは、それぞれ繊維補強なしのケースの42%、26%に低減されている。また、2方向アラミド繊維シート1枚で補強したケースのクレータの直径と深さは、それぞれ1方向アラミド繊維シート1枚で補強したケースの61%、41%に低減されていることがわかる。すなわち、繊維シートの方向・枚数を増加させるにつれて、クレータの損傷は低減することがわかる。また、表-4の破壊モードと比較すると、クレータの損傷が小さいほど裏面の損傷も小さいことがわかる。

4. 結言

- 本研究の成果を要約すると以下のとおりである。
- (1) アラミド繊維シートでコンクリート板の裏面を補強することによって、コンクリート板の耐爆性能(損傷低減および飛散防止効果)の向上を確認することができた。
 - (2) アラミド繊維シートの方向および枚数が増加するにつれて、コンクリート板の損傷が低減することが確認できた。
 - (3) コンクリート板のクレータの損傷が小さいほど、裏面の損傷も小さくなることがわかった。

参考文献

- (1) M.K.Mcvey: Spall Damage of Concrete Structure, Technical Report SL88-22, U.S.Army Corps of Engineers Waterways Experimental Station, June, 1988
- (2) 森下政浩, 田中秀明, 伊藤孝, 山口弘: 接触爆発を受ける鉄筋コンクリートの損傷, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.1787-1797, 2000

表-3 試験体の破壊モード

実験番号	破壊モード
1	クレータ+スポール
2	貫通
3	クレータ+斜めひび割れ+接着部の損傷
4	クレータ+接着部の損傷
5	クレータ+斜めひび割れ+接着部の損傷
6	クレータ+接着部の損傷
7	クレータ+接着部の損傷
8	クレータ+接着部の損傷
9	クレータ
10	クレータ+接着部の損傷

表-4 コンクリート板の損傷状況

実験番号	損傷状況(表面)	損傷状況(裏面)	断面図
1			クレータ スポール
3			クレータ 斜めひび割れ+接触部の損傷
5			クレータ 斜めひび割れ+接触部の損傷
7			クレータ 接着部の損傷
9			クレータ 損傷なし

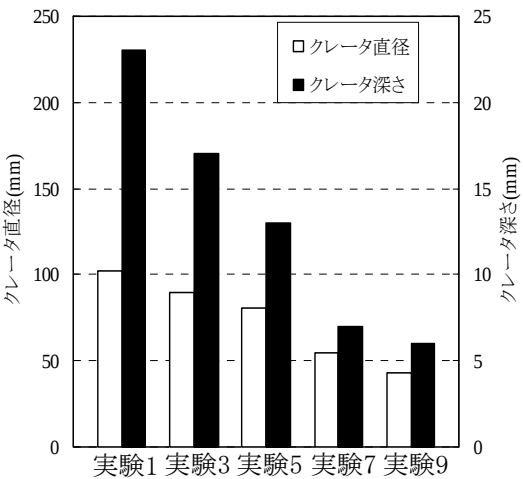


図-3 クレータの直径および深さ

