DOI: 10.16016/j.1000-5404.1998.06.029

发泡镍对激波衰减作用的研究

李晓炎* 杨志焕 王正国 (第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第四研究室) 重庆, 400042
赵双录 张德良 (中国科学院力学研究所) 北京, 100080

提 要 目的: 探讨发泡镍对激波的衰减作用。方法: 采用激波管分别对单层、双层和三层发泡镍及单层泡沫塑料进行冲击波试验。结果: 发泡镍可明显降低冲击波的超压峰值,随着发泡镍层次的增加,衰减作用更为明显,三层发泡镍可降低超压峰值 26%。同时,发泡镍可使冲击波正压持续时间有所缩短,上升时间有所延长。结论: 发泡镍具有明显衰减激波的作用,是一种较为理想的冲击波防护材料。

关键词 发泡镍;激波;冲击伤;防护材料
中图法分类号 R642

冲击伤是战时和平时常见的一种损伤。既往的研究表明发泡镍对冲击伤有较好的防护效果,可使实验动物冲击伤的程度减轻,死亡率降低[1,2]。但发泡镍对冲击伤的防护机制尚不完全清楚。本研究的目的在于探讨发泡镍对激波的衰减作用,从而为其作为冲击伤防护材料提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

经煅烧镀镍后形成的海绵状发泡镍,厚 1 cm,其孔径为 0.1 毫米至数毫米之间,孔数 26~35个/英寸,各孔相互贯通,比表面积为 2 500 m^2/m^3。另以同样厚度的泡沫塑料作为对照物。

1.2 实验方法

实验在激波管中进行。首先反复测试未加实验材料的刚性壁面的反射超压,在取得比较稳定的超压值后,分别对单层、双层和三层发泡镍及单层泡沫塑料进行冲击波试验。以未加试样时测得的压力值为基准,将加上不同试样后新测得的压力与其相比,即得到冲击波通过该材料的衰减情况。

2 结果

2.1 冲击波的性质

本实验测得的冲击波的速度为 385 m/s,如以声速为 340 m/s计算,则马赫数为 1.13,属较弱的冲击波。

2.2 试样对冲击波的衰减作用

发泡镍和泡沫塑料对激波的衰减情况详见表 1。可见发泡镍有明显降低超压峰值的作用,并可使正压上升时间延长。随着层次增加,衰减效果也更明显,三层发泡镍时可衰减超压峰值 26%,而泡沫塑料不但不能使超压峰值降低,反可使超压峰值增加,本实验单层泡沫塑料增加 6%。

表 1 发泡镍和泡沫塑料对激波的衰减作用

Tab 1 The effect of foamy metallic nickel on the attenuation of blast wave

Materials	Attenuation of peak pressure	Time of positive pressure(ms)	Raising time (ms)
Blank contrast	1.00	5.06	-0
One layer of foamy metallic nickel	0.97	4.85	0.23
Two layers of foamy metallic nickel	0.80	4.60	0.46
Three layers of foamy metallic nickel	0.74	5.50	0.46
One layer of foamy plastics	> 1.06	2.76	-0

3 讨论

半个多世纪以来,国内外对冲击伤进行了较为系统的研究。在冲击伤防护方面,以前大多局限于简单的防护动作以及工事,兵器等的防护。在个人防护器材方面,各种耳塞对听器冲击伤有较好的防护效果,在防雷鞋,防舰艇冲击鞋等方面也取得了明显的进展。但对冲击伤靶器官肺的防护方面,开展较晚,进展也较慢。70年代王正国[3]曾用石膏筒和塑料制品作过胸部冲击伤的防护研究,发现用石膏筒防护后可减轻肺冲击伤,但实际应用有困难。80年代中期,有人用人造革加泡沫塑料研制成炮手防震服,测试表明对弱冲击波的相对

* 李晓炎,男,44岁,高级实验师

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

隔值达 50%以上。 Phillips等将 Kevlar防弹背心用于冲击伤的防护研究,结果发现,非但起不到防护作用,反而可加重肺冲击伤。因此,对强冲击波的个人防护至今国内外仍未能很好解决。

发泡镍是近年来兴起的一种功能材料,其优点是重量轻,仅为同体积金属的 1/7~ 1/50,并保持了金属骨架的支撑作用,孔隙度高达 98% ,且有透气性好,吸音、不燃烧等特点,目前主要用于建筑、机械、化工、电讯等方面。我们曾根据发泡镍为一多孔介质,对激波可能有一定的衰减作用,将它用于冲击伤防护研究。结果表明发泡镍可明显减轻动物冲击伤的程度,降低死亡率。但发泡镍通过何种机制发挥其防护作用,尚不完全清楚。 为此,本研究采用激波管,观察了发泡镍对激波的衰减作用。结果表明,发泡镍可明显降低冲击波超压峰值,并随着层次的增加,衰减效果也更为明显,三层发泡镍时可衰减 26%。 由此提示,发泡镍对冲击伤的防护作用可能与其明显衰减冲击波超压峰值有关。 另外,单层和两层发泡镍尚可使正压持续时间缩短,上升时间延长,这也可能在一定程度上与发泡镍对冲击伤的防护作用有关。

本研究的结果从材料动力学方面阐明了发泡镍对冲击波的衰减作用,为冲击伤防护背心的研制提供了实验依据。从实验结果看,一层发泡镍衰减激波的作用不够理想,三层发泡镍虽可使超压峰值明显下降,但正压持续时间有所延长,因此冲量可能下降不是很明显,且三层发泡镍因厚度增加,也会影响穿着的舒适性。而两层发泡镍不但超压峰值有明显的下降,而且正压持续时间有所缩短,上升时间有所延长,推测对冲击伤会起到较好的防护效果。因此在研制冲击伤防护背心时,拟用两层发泡镍作为防护材料较好。

本研究发现泡沫塑料不但不能使超压峰值降低,还会使超压峰值增加。尽管正压持续时间有所缩短,但由于峰压过大,冲量不会有明显下降。因此推测泡沫塑料对冲击伤不会有明显的防护作用,甚至可能会使冲击伤程度加重。 至于泡沫塑料为什么反而使超压峰值上升,其机制尚不清楚,有待进一步研究。

参考文献

1 唐承功,王正国,杨志焕,等.发泡镍对胸部冲击伤的防护效果.第三军医大学学报, 1990, 12(2): 129

2 杨志焕,冷华光,李晓炎,等.复合材料对冲击伤防护效应的实验研究.西南国防医学, 1994, 4(3): 129

3 王正国.冲击伤.北京: 人民军医出版社, 1983. 279~ 284

(收稿: 1998-02-12;修回: 1998-07-14)

(编辑　汪勤俭)

Effects of foamy metallic nickel on attenuation of blast wave

Li Xiaoyan, Zhao Shuanglu, Yang Zhihuan, Wang Zhengguo, Zhang Deliang (Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400042)

Abstract Objective: To explore the effects of foamy metallic nickel on attenuation of blast wave. Methods: Single-layered, double-layered and 3-layered foamy metallic nickel and single-layered foamed plastic were blasted with blast wave tube. Results: Foamy metallic nickel could significantly reduce the peak value of he overpressure of blast wave. Its effects of attenuation was enhanced with the number of layers. When 3-layered foamy metallic nickel was used, the peak value of overpressure of the blast wave dropped to 26%. Meanwhile, foamy metallic nickel could also shorten the sustaining time and lengthen the rising time of the positive pressure. Conclusion: Foamy metallic nickel is a good material for protection of the blast wave because it can remarkably attenuate the blast wave.

Key words foamy metallic nickel; blast wave; protective material; blast injury

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net