

VI-289

産業用エマルジョン爆薬を用いた鋼管表面の爆発圧着について

広測コンサルタント 設計部	正会員	○ 梶井 明
資源環境技術総合研究所 安全工学部	正会員	緒方雄二
九州大学 工学部 資源工学科	非会員	久保田士郎
資源環境技術総合研究所 安全工学部	非会員	和田有司
同 上	正会員	瀬戸政弘
同 上	正会員	勝山邦久

1. まえがき

部分的な修復を目的とした鋼管表面における爆発圧着について、筆者らはすでに 5mm 以上のスタンドオフにおいて鋼管の変形量が最小で概ね一定となることを実験的に明らかにした¹⁾。その中で、鋼管に衝突する飛翔合材がわん曲することを高速度写真撮影により確認した。鋼管変形を抑制するためには、母材との衝突面に対して合材断面のわん曲を緩やかにする必要があり、その方法については、合材の厚みを増して断面係数を大きくすることにより、曲げに対する抵抗性を高める方法と、合材中央部に集中する爆轟圧力を分散させる方法とが考えられる。本研究においては、合材の厚みを変化させた場合と、爆薬中に緩衝物を介在させた場合について爆発圧着実験を行い、圧着性と鋼管変形について比較検討した。

2. 実験方法

2. 1 合材厚さの変化に対する圧着性と鋼管変形

爆発圧着の専用爆薬でなく、取り扱いが比較的容易で安全な産業用エマルジョン爆薬 30g を箱型に成形し、図-1 の様に一端より 6 号瞬発雷管で起爆した。母材の鋼管（中圧ガス鋼管、外径 215 mm 肉厚 5 mm）との距離（スタンドオフ）を 0、2、5 および 10 mm まで変化させ、厚みの異なる合材鋼板（鋼規格 SS400：幅 25 mm×長さ 100 mm×厚さ 1.5、2、3 および 4 mm）を用いて鋼管変形と圧着性を調べた。また、爆薬量による爆速変化を起爆位置から 5-9 cm 間のイオン探針により計測した。

2. 2 衝撃緩衝材による鋼管変形への効果

飛翔合材の高速度写真（図-2）に示された合材断面の形状から、爆発による衝撃圧力は合材の中央部に集中すると推測される。箱型に成形したエマルジョン爆薬 25g の中央部に衝撃緩衝材として、幅 5mm×長さ 100mm×厚さ 4mm のアクリル樹脂（PMMA）片を厚さ 1.5 mm 合材との間に介在させ、実験 2. 1 と同様にして圧着効果と母材鋼管への影響を調べた。

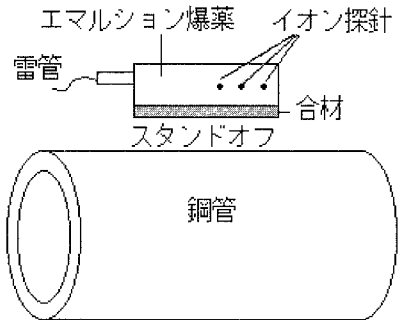


図-1 爆発圧着の実験配置図

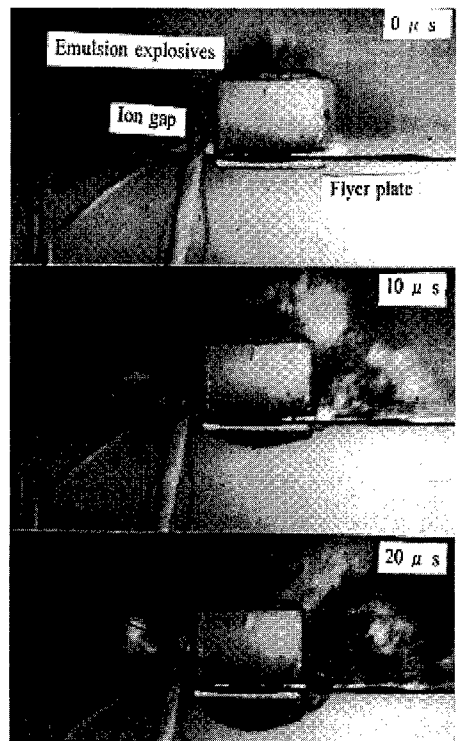


図-2 正面高速度写真による合材の飛翔状況

キーワード：爆発圧着、ライフライン、災害復旧、エマルジョン爆薬

連絡先：〒739-0042 東広島市西条町西条東 809-1 Phone 0824-22-2556 Fax 0824-23-8291

3. 実験結果および考察

3. 1 合材の厚さと鋼管の変形

合材の厚さが 1.5mm、2mm、3mm および 4mm の場合について、爆薬量 30g による圧着結果を図-3に示した。スタンドオフが2mm 以上では、厚さ 4mm の合材以外はすべて圧着し、スタンドオフが0mm ではいずれの合材も圧着しなかった。また、合材厚の増加により母材鋼管の変形量は各々、14.5mm、13mm、12mm および 11mm であった。スタンドオフが2mm 以下では、合材厚が大きいくほど鋼管の変形量は減少するが、スタンドオフ5mm 以上においては合材厚の違いによる差が少なくなった。このことは、合材厚の増加（断面係数の増加）により爆轟圧に対する合材の曲げ抵抗が大きくなった結果、鋼管の変形が抑制されたものと考えられるが、合材厚の違いによる影響は、スタンドオフが2mm 以下の加速度領域¹⁾において大きくなることが分かった。次に、厚さ 3mm の合材に比較して 4 mm の合材がすべて圧着しなかったことから、爆薬量 30g では 3mm（平均約 55g）と 4mm（平均約 76g）合材の飛翔速度の間に圧着可能な飛翔速度が存在すると推測された。以上の結果から、同一爆薬量の場合、スタンドオフが 5 mm 以上では合材厚の変化による鋼管変形の抑制効果は小さいと判断される。

3. 2 アクリル樹脂緩衝材による鋼管の変形

エマルジョン爆薬 25g を用いて、アクリル樹脂（PMM A）を合材中央部の爆薬内に介在させた場合の比較試験結果を図-4に示した。アクリル樹脂を介在させることで、鋼管変形量はスタンドオフが0mm、2mm、5mm および 10mm の場合について、それぞれ10mm、7mm、6mm および5.5mm となり、すべてのスタンドオフで約 2mm ずつ（約 6%から 11%まで）減少した。以上の結果から、合材中央部のアクリル樹脂による鋼管変形の抑制効果は、スタンドオフの大きさに拘わらず概ね一定であることが分かった。このことは、爆轟圧を分散させて合材の飛翔形状を工夫すれば、衝突時の衝撃をさらに緩和できる可能性を示唆しており、合材厚を大きくする方法に比べて鋼管変形を低下させる有効な方法と考えられる。

4. まとめ

飛翔合材の衝突による母材鋼管の変形を抑制する目的で、合材を厚くして曲げ抵抗を高める方法と合材上の緩衝材により合材中央部の爆轟圧力を分散させる方法とをとりあげ、鋼管表面における爆発圧着の基礎的実験を行った。その結果、（1）合材厚が増加すれば、スタンドオフ 2mm 以下において鋼管の変形量は減少するが、スタンドオフ 5mm 以上ではほとんど変化しない。（2）アクリル樹脂を介在させた場合、すべてのスタンドオフについて鋼管の変形量は減少し、爆薬量 25g においては、約 2mm 低下した。

参考文献

- 1) 緒方 他：爆発圧着法を用いた鋼管の修復法について；土木学会 第 52 回年次講演会 第 VI 部会 pp.547 (1997.9)

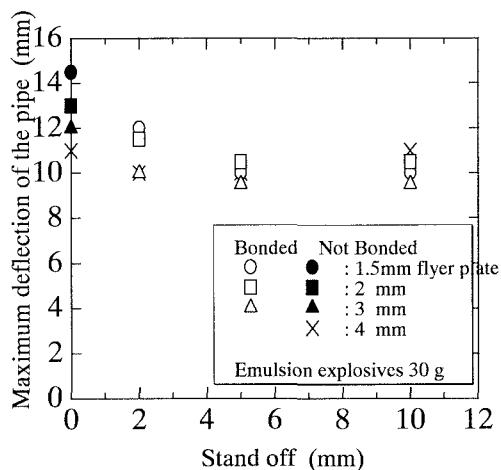


図-3 厚さの異なる合材に対する鋼管の変形

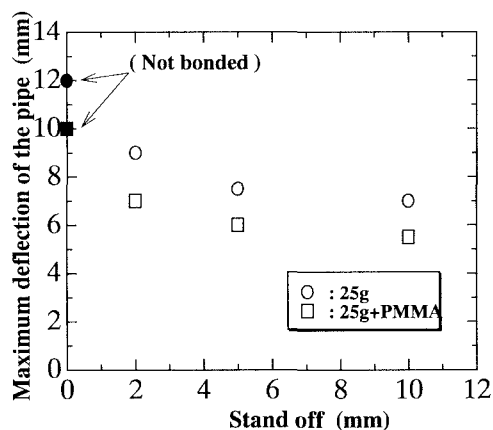


図-4 緩衝材による鋼管変形の抑制