

新エネルギー・産業技術総合開発機構

榊井 明、久保田士郎

資源環境技術総合研究所 安全工学部 (正会員) ○緒方雄二、和田有司

1. はじめに

地震等の災害時におけるライフラインの早期回復には多くの人員・資材を必要とするため省力化された復旧技術の開発が不可欠である。爆発圧着法によれば爆薬の爆発エネルギーを利用することにより少ない機材で溶接時間を短縮できるため、広範囲に被害を受けたガス・水道導管の緊急復旧技術への応用が考えられる。鋼管表面における爆発圧着の場合、金属接合を瞬時におこなうことができる反面、圧着時の鋼管変形が問題となる。本研究では、産業用エマルジョン爆薬を用いて補修用鋼板（合材）をガス鋼管（母材）に圧着させる基礎実験を行い、鋼管変形を抑制するための爆発圧着条件について検討した。

2. 実験方法

2. 1 鋼板の圧着と鋼管変形

産業用エマルジョン爆薬（20、25、30、40g、一部 50g）を合材鋼板（SS400、25×100×1.5 mm）上に置き、Fig.1 に示すごとく母材鋼管（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 まで変化させて一端より 6 号瞬発雷管で起爆した。実験での最小爆薬量は、爆轟中断が生じ始めた薬量 20g（薬厚 6 mm）とし、爆発圧着にともなう鋼管への影響は圧着部分の鋼管内側の変形量によって比較した。

2. 2 鋼板の飛翔速度と飛翔形状

爆轟中の発生ガスによる被写体への影響を防ぐため飛翔合材と爆薬の間に防煙用の銅板（180×180×5 mm）を 2 枚重ね、高速度カメラ（Carding 社製フレーミング 124）にて撮影速度 50 万 FPS（2 μ s/コマ）による写真撮影を行なった。合材鋼板の飛翔速度は、コンピュータ上のコマ撮り写真画像で合材の中心位置を測定して求めた。

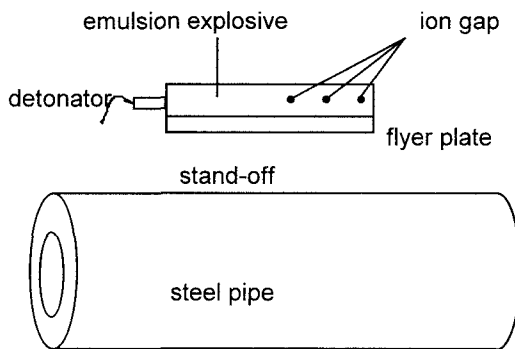


Fig. 1 Parallel arrangement of explosive welding.

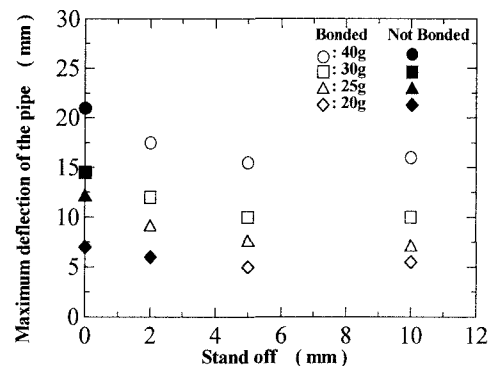


Fig. 2 Maximum deflection versus stand-off.

3. 実験結果および考察

3. 1 圧着条件と鋼管変形

各爆薬量における圧着結果は Fig.2 に示すごとく、スタンドオフが 0 mm では圧着せず、2 mm では薬量 20g で圧着しなかったが、その他の場合はすべて圧着した。鋼管の変形量はスタンドオフの増加とともに減少し、スタンドオフが 5 mm 以上ではほぼ一定となった。また、爆薬量の増加に対する変形量の変化は Fig.3 の結果から、薬量にはほぼ比例して増加し、増加の割合は各スタンドオフについて大きな差は認められなかった。以上の結果から、爆着は単に合材

の加圧(スタンドオフが0 mm の場合)によるのではなく合材の飛翔速度とも関係し、薬量 20g スタンドオフ 2 mm の圧着条件では圧着に必要な飛翔速度が得られなかったと考えられた。さらに、スタンドオフ 5 mm 以上では爆轟中の発生ガスによる合材の加速が終わり、同一爆薬量からの爆発エネルギーが等しいと考えた場合、合材に与えられる運動エネルギーが概ね等しくなり鋼管の変形量がほぼ一定になったものと推測された。

3. 2 合材の飛翔速度と飛翔形状について

正面と側方から撮影した合材の飛翔状況(薬量 40g)を、それぞれ Fig.4 (a)と(b)に示した。飛翔中の合材断面は、Fig.4(a)に示すように下方にわん曲しており、この部分における圧着時の応力集中によっても母材の変形に影響することが予想された。また、側方からみた合材の動きは、Fig.4(b)において爆轟の進行によりほぼ一定の角度で直線的に折れ曲がり、合材中心部の鉛直方向の位置変化は Fig.5 に示すごとく、飛翔距離 2mm 以下ではゆるやかに増加し、その後の増加は時間経過とともに大きくなっており、スタンドオフが少ない場合は合材の飛翔速度が低くなることを示した。さらに、薬量が 30g、40g および 50g の場合の平均飛翔速度は、それぞれ 378 m/s、483 m/s および 625 m/s (飛翔距離が 5mm 以上) となり、飛翔合材の運動エネルギーが急速に増加することが確認された。

4. まとめ

爆着に必要な合材の飛翔速度は、爆薬量とスタンドオフに依存し、鋼管の変形量を抑制した圧着条件は薬量 20 g、スタンドオフ 5 mm の場合で最小変形量は 5mm となった。また、飛翔中の合材形状を平坦にすることで、圧着時の鋼管変形を抑制することが今後の検討課題として考えられる。

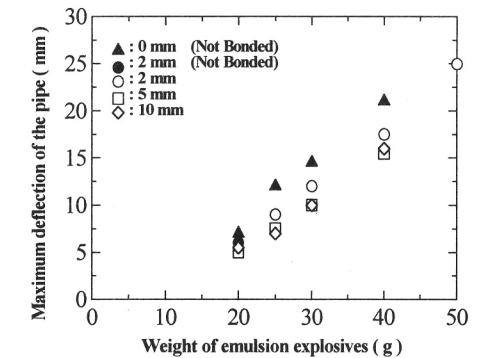


Fig. 3 Maximum deflection versus weight of explosives.

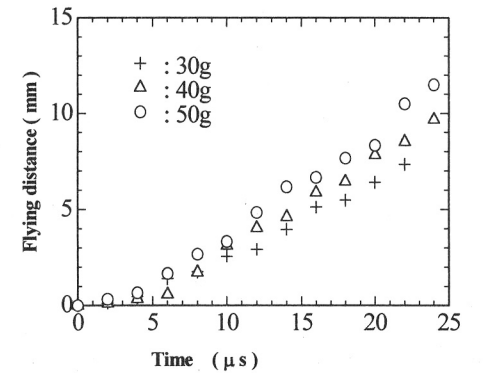


Fig. 5 Vertical movement at the middle point of a flyer plate.

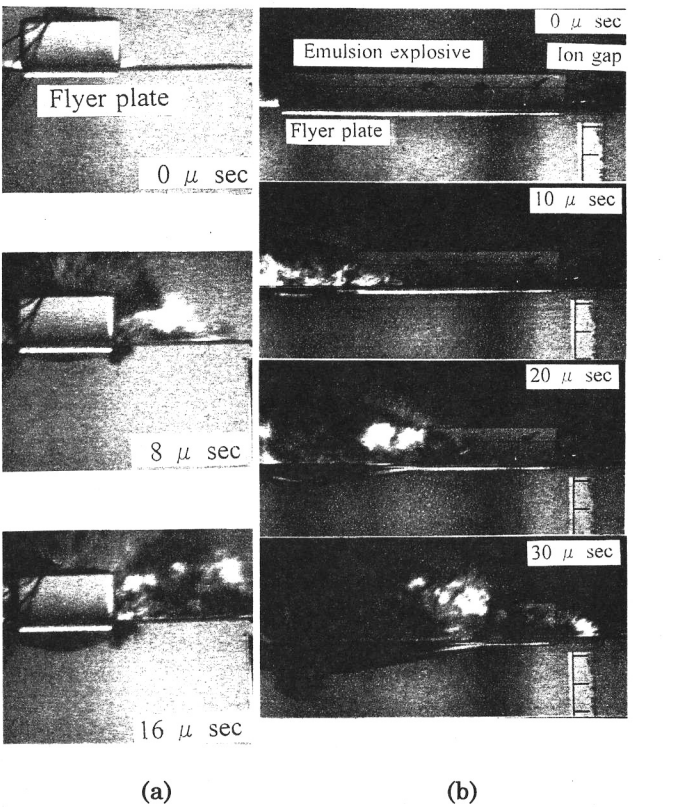


Fig. 4 High-speed photographs of a flyer plate;(a)front view and (b)side view.