

川崎製鉄㈱ 正員 石渡正夫
 川崎製鉄㈱ 正員 ○斉藤 恂
 中国化工㈱ 沖野嘉一

1. 概要 著者らは大型水中土木工事を対象とした鋼管の水中切断法として①発破を用いた水中切断技術②ダイバーに頼らず鋼管を海上作業で切断可能な機械的切断技術¹⁾を開発した。本報告は発破を利用した水中切断技術に関するもので本技術を杭基礎ないしは仮締切兼用鋼管矢板井筒基礎²⁾等の水中切断工法に適用した場合の問題点①発破による衝撃応力②切断部の変形状③切断部近傍の材質変化④騒音等を調査研究するため実施した試験報告である。

2. 鋼管の発破による水中切断法 発破による水中切断原理は図-1の如く火薬をV字形状を有する銅製ライナー内に装填し、切断対象物との間に間隙(スタンドオフ)を設けることにより爆発時の高温、高速、高压エネルギーを一線上に集中させる効果(ノイマン効果)を利用したものである。しかし、ノイマン効果はライナーの材質、板厚、幅、Vカット角度、およびスタンドオフ等の間に複雑な相互作用があるため基礎的試験を繰返しノイマン効果を最大限発揮する切断装置を開発した。鋼管の発破切断装置は図-2、写真-1に示すように銅製ライナーをリング状に加工成形したもので、鋼管内に吊下げ易くするため半円形に折曲げられる構造である。発破切断による切断面は写真-1に見られるように非常にシャープなガス切断同様の切断精度が得られる。本技術によれば施工が安全確実で安価な急速水中切断が可能である。

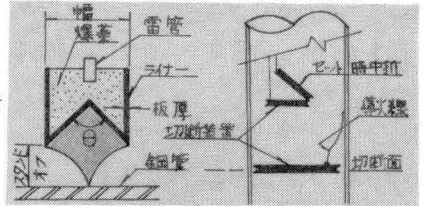


図-1 切断原理 図-2 切断装置設置方法

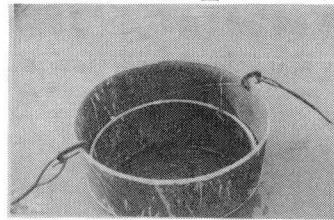
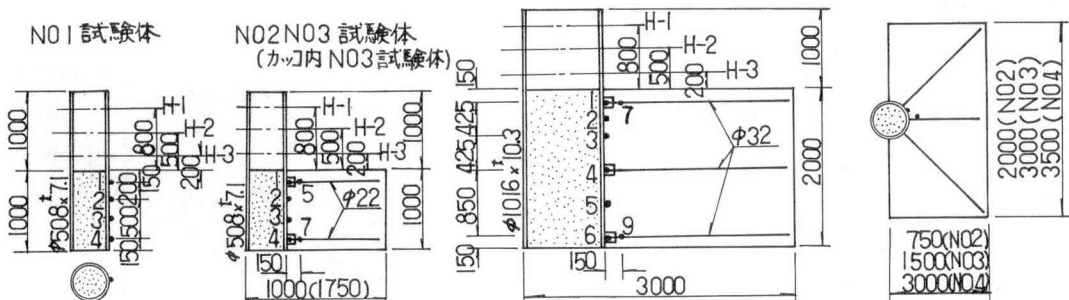


写真-1 切断面と切断装置

3. 試験内容 試験体は図-3に示すごとく、杭および仮締切兼用鋼管矢板井筒基礎の準実物部分模型とし計4体製作した。切断試験は注水したビット内に試験体を設置しコンクリート天端から800% (H-1)、500% (H-2)、200% (H-3)の位置で順次行なつた。使用した火薬量はNo1~No3試験体で約400g、No4試験体で約1000gである。測定項目は次の通りである。

- ①動的応力測定：図-3に示す歪ゲージ取付位置における動的応力を電磁オンログラフ(応答周波数1500Hz)により測定した。
- ②形状測定：ノギスにより鋼管径の形状変化を切断前後で測定した。
- ③材質試験：切断面近傍から試験片を切り取り硬度試験、および顕微鏡による材質、組織変化を調査した。
- ④鉄筋の付着状況調査：No4試験体の鉄筋コンクリートと鋼管接合部に浸透液を注入した後鉄筋コンクリートを所りクラック発生の有無、および鉄筋付着面への浸透状況を調査した。
- ⑤騒音測定：切断試験現場から30m、80m地点での騒音を測定した。

図-3 試験体 ・ゲージ取付位置 N04 試験体



4. 結果と考案 ①動的応力測定：図-4に鋼管、および鉄筋の動的軸方向応力波形の初動値を示す。動的応力の周期筋囲は $\frac{1}{1,370} \sim \frac{1}{810}$ 秒である。また、鋼管の初動立上り時間差は2m離れた位置で $\frac{1}{2,200}$ 秒(4400m/sec)であつた。N03, N04試験体のゲージ①応力は降伏点を越える大きな圧縮応力が生じるものの以下減衰した圧縮応力が波動的に伝播している。一方N01, N02試験体のゲージ①応力(700kg/cm²以内)はN03, N04試験体に比べ極めて小さな応力となる。これはN03, N04試験体の急激な断面変化が起因していると思われる。ゲージ①以外の発生応力はすべて弾性領域であつたが上側鉄筋に大きな応力が生じた。従つて、急激に断面変化する部分は十分補強する必要がある。

②形状測定：N03試験体H-3切断後の直径変形量を二方向成分に分けて示したのが図-5である。直径の変形状、および変形量は各試験体に大差なくほぼ同様の結果となつた。変形状は切断面で拡大したのち縮少し、コンクリート中詰部にほぼ断面保持されている。拡大量は最大約10mm/m, 縮小量は最大約8%となつた。

③材質試験：硬度分布の一例を切断面からの距離で表わしたのが図-6である。切断面付近の硬さはHv250前後と非常に高いが切断面から離れるに従つて急速に低下し20%以上離れるとほぼ一定の値となり母材とほとんど同等となつた。また顕微鏡による組織調査から硬度上昇の原因が発破切断時の塑性変形に起因していることが明らかとなつた。

④鉄筋の付着状況調査：写真-2に示すようにコンクリートを研り浸透液の浸透状況を調査したが鉄筋表面への浸透は全く認められなかつた。しかし中詰コンクリート及び鉄筋コンクリート表面の鋼管と接する部分に中、深さ50%程度の破壊(図-5)が生じたことから鋼管補強の必要性が再確認された。

⑤騒音測定：騒音は30mで120ホーン、80mで110ホーン程度となつた。これは外気中で起爆したためである。実際の現場では鋼管外周の水による減衰効果があり、さらに消音装置を併用すれば騒音は相当低下するものと思われる。

5. 結論 ①本技術を鋼管杭に適用することは動的応力測定、および材質試験結果等から十分可能である。②本技術を仮締切兼用鋼管矢板井筒基礎に適用する場合にはコンクリート天端の鋼管断面を十分補強し、切断位置をコンクリート天端から余裕をとることにより実施可能であろう。

文献：①齊藤他：仮締切兼用鋼管矢板井筒工法の施工、土木学会 Ⅲ-136, 1972,
 ②嶋他：橋梁基礎の新工法、土木学会誌 1972-8

