

高周波曲げ加工を施した鋼材の耐力に関する一考察

東海旅客鉄道株式会社 正会員 大畑 俊輔

1. 目的

高周波曲げ加工とは、高周波による誘導加熱を利用する熱間曲げの加工法であり、材料を断面の内・外関係なく早く均一に加工でき、曲げ半径も変えやすく精度と品質を確保しやすいことから、主に、ガスや石油パイプライン等、管状の鋼材に採用されている。

鉄道のコンクリート構造の橋梁に設置されている一般的な防音壁支柱は、防音壁を取り付ける柱と高架橋張出し部に定着させる梁部材がL型に組み合わせられた構造となっている。接合部は溶接構造またはボルト構造となっているが、風圧によるモーメントが最も大きくなる場所にあたる。新たな防音壁支柱構造の一例として、高周波曲げ加工を用いてH型鋼のL字型に曲げ加工することにより接合部を無くしたジョイントレス構造を検討した。接合部が無くなることにより、構造が単純となりメンテナンスの簡略化が図ることができると考えられる。本研究では、所定の品質を確保したH型鋼の最小曲げ半径を求めるとともに、曲げによる部材への影響について検討を行った。

2. 最小曲げ半径の検討

防音壁の現地施工を考えるとH型鋼をL字型に曲げる際の半径をできるだけ小さくする必要がある。H125, H150, H175 の3種の鋼材を用いて良好な形状が維持できる最小曲げ半径の検討を行った。続いて最小曲げ半径で加工した鋼材について機械試験を行い、加工が部材強度に及ぼす影響について検討を行った。ここでは、H125を例に挙げる。

H125は一般には300R程度を最小曲げ半径として用いられているため、250R, 220R, 200Rの3通りの条件で加工を行った。250Rについては3本中1本、220Rについては3本中2本について曲げ部腹側に軽度の波打ち現



写真-1 従来の防音壁支柱

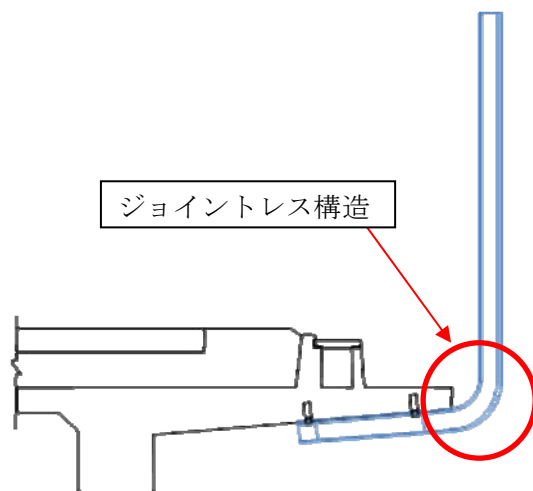


図-1 新たな防音壁支柱のイメージ



写真-2 曲げ加工後のH型鋼

表-1 使用鋼材一覧

	材質	H 形サイズ	肉厚	長さ
H125	SS400	125x125mm	6.5/9.0mm	6000mm
H150	SS400	150x150mm	7.0/10.0mm	6000mm
H175	SS400	175x175mm	7.5/11.0mm	6000mm

象がみられたが、機械試験を実施したところいずれも JIS 規格を満たす結果となった。機械的強度を確保しているため、実用上問題ないものと判断した。200R については 2 本中 2 本に重度の波打ちが見られ、良好な形状の再現性が乏しいと判断した。以上の結果より H125 の H 型鋼では高周波曲げ加工を行っても曲げ半径が 220R 以上であれば母材と同等の品質が維持できると考えられるため、最小曲げ半径を 220R と判断した。

表-2 に 3 種の H 型鋼の最小曲げ半径と機械試験結果を示す。



写真-3 H125 半径 200R の波打ちの様子

表-2 最小曲げ半径・機械試験結果一覧

鋼材	最小曲げ半径	位置	降伏点 N./mm ²	引張強さ N./mm ²	伸び %
		JIS 規格	245 ≤	400 ~ 510	21 ≤
H125	220R	素材	322	457	40
		曲げ部引張側	345	493	34
		曲げ部圧縮側	390	495	34
		曲げ部ウェブ面	367	488	36
H150	270R	素材	307	446	42
		曲げ部引張側	315	484	34
		曲げ部圧縮側	320	464	39
		曲げ部ウェブ面	470	503	25
H175	310R	素材	319	456	44
		曲げ部引張側	338	496	37
		曲げ部圧縮側	329	488	39
		曲げ部ウェブ面	413	508	32

上記の結果より求めた最小曲げ半径以上の加工を行った場合、母材と同等の品質を期待できるため、溶接やボルトによる継ぎ手と比較して疲労強度でも有利になると考えられる。

防音壁支柱として実用上で問題無いことを確認するため、列車風圧を想定した繰返し荷重による疲労試験を実施した。試験の結果、いずれの試験体も 200 万回以上の繰返しでも亀裂を含む変状は全く見られず、実用上は問題無いものと考えられる。

参考として疲労設計曲線の一部を図-2 に示す。疲労設計曲線上では H125・H150 は C 等級以上、H175 は D 等級以上という結果を得た。今回は列車風圧を想定した繰返し荷重による試験のため、発生応力が小さく、曲げ部の継ぎ手強度等級が母材と同等であることは確認できなかった。しかし、試験体の様子から高い疲労強度を有することが期待できるため、今後さらに高い荷重による試験で確認することが必要である。

4. まとめ

以上の検討結果より、最小曲げ半径での高周波曲げ加工を施した H125, H150, H175 の各 H 型鋼は実用上十分な耐力を有しており、新たな防音壁構造への使用も可能であると考えられる。

参考文献

1. 鋼構造物の疲労設計指針・同解説，社団法人 日本鋼構造協会，1993 年 4 月
2. 鉄道構造物等設計標準・同解説一鋼・合成構造物，財団法人 鉄道総合技術研究所，2009 年 7 月

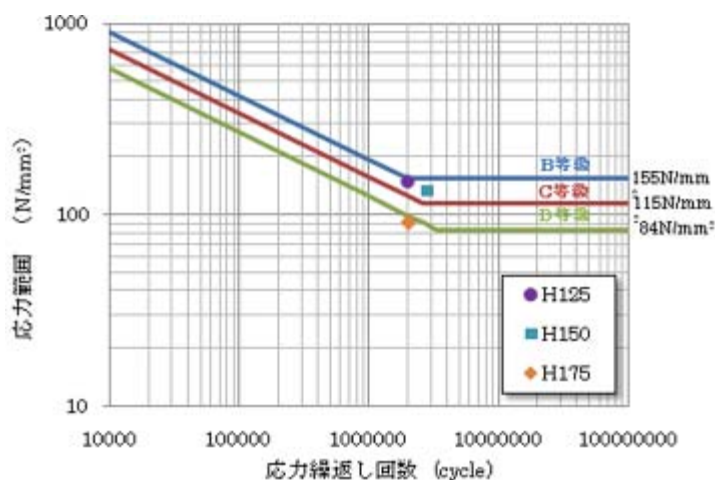


図-2 疲労設計曲線