

—自動ハンマの調整—

関西大学工学部 フェロー 三上市蔵 関西大学総合情報学部 正会員 田中成典
 関西大学大学院 学生員 樋渡達也 関西大学大学院 学生員 ○宇高輝彦

1. まえがき 著者らは、三井造船(株)で開発された自動ハンマを用いて、鋼橋の添接部の高力ボルトの導入軸力を推定するシステム¹⁾を構築してきた。しかし、自動ハンマは打撃の際の衝撃が原因で除々に状態に変化が起こる。それに伴って採取される反発力と加速度の波形データに乱れが生じ、推定軸力にも影響を及ぼす。そのため、自動ハンマを常に正常な状態に保って高力ボルトを打撃できるように、自動ハンマの調整方法を確立する必要がある。本研究では、実験を行って、自動ハンマの調整方法(調整手順と調整時期)を検討した。

2. 自動ハンマの調整方法 自動ハンマ(図1)の調整手順を決定し、実験を行って調整時期を明らかにする。

2.1 調整手順 図2に示すように、調整をする際に基準とする調整用高力ボルトを決め、その周辺の8本の高力ボルトを、トルクレンチで22.6tfの軸力まで締め付ける。次に、自動ハンマのスプリング(図1)を調整するためのナットを限界まで緩める。そして、図2の調整用高力ボルトを打撃し、パソコンのディスプレイ上に表示される反発力波形の最大波高の値(FH)を眺めながら調整ナットを締め付け、スプリングの引張強さを増す。FHの値が1750kgf位を示した時点から、調整ナットを60度単位で締めては、調整用高力ボルトを打撃し、FHを調べる。FHの値が 1800 ± 18 kgfで安定したら自動ハンマの調整を終了する。

2.2 調整時期 自動ハンマの調整時期を決定するための実験を行った。

2.2.1 実験手順 2.1節で決定した手順に従って自動ハンマの調整を行ったのち、図2に示す試験対象の高力ボルト(Bolt No.11)以外の高力ボルトをトルクレンチで22.6tfに締め付ける。Bolt No.11には、ひずみゲージを添付し、ひずみの値から軸力を算出する。Bolt No.11の軸力を2tfに設定してたたき試験を20回行い、最初の5回のデータは捨てて、15個の波形データを採取する。同様に、軸力4,6,8,10,12,14,16,18,20,22.6tfに対して15個ずつの波形データを採取し、計165個の波形データを学習データとして、ニューラルネットワークシステムを構築する。

次に、システムに推定させるための波形データを採取する。打撃用高力ボルトを使って、自動ハンマの調整後から打撃回数1100回に至るまで撃ち続ける。所定の打撃回数に到達したら、Bolt No.11の軸力を10,16,22.6tfに順次設定してたたき試験を10回ずつ行う。それぞれ最初の5回のデータは捨てて、5個ずつの波形データを採取する。計15個のデータをシステムに入力して打撃1100回後の調整前の軸力を推定する。その後、自動ハンマを調整し、調整前と同様の方法で波形データを15個採取する。そのデータをシステムに入力して打撃1100回の調整後の軸力を推定する。以上の作業を繰り返し、打撃1100回後の調整前後の軸力を推定する。このような実験を、打撃回数1000,900,800回についても行う。他の試験対象の高力ボルト(Bolt No.12,23)に対しても同様の実験を行った。

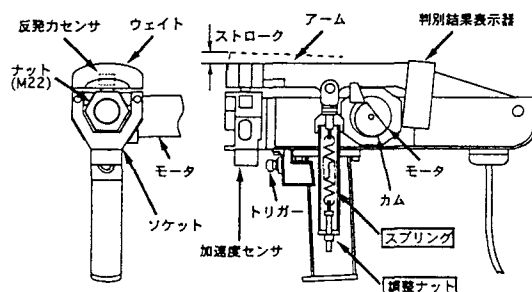


図1

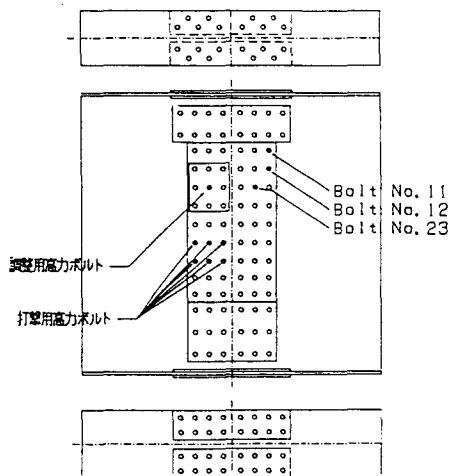


図2

2.2.2 実験結果とその考察 図 3

～6 に導入軸力 10tf に対する Bolt No.11 の軸力推定の結果を示す。横軸に最初の調整からの打撃回数、縦軸に推定軸力の導入軸力に対する平均二乗誤差を取った。図中の破線は、自動ハンマの状態が良好でも、生じる軸力の測定誤差の最大値を示す。測定誤差の最大値は、軸力を設定する際にひずみゲージのずれによって生じる誤差とアナログデータからデジタルデータに変換する際に生じる誤差を基に換算すると、 $y = 0.118x(tf)(x$: 導入軸力, y : 測定誤差の最大値) となる。図 3～6 では、調整の前より後の方が推定精度が向上しているの、自動ハンマを調整すれば、自動ハンマを正常な状態に戻せることが分かる。また、図 3,4 では調整前における推定結果が最大測定誤差を大きく上回っているのに対し、図 5,6 では調整前の推定結果の誤差は小さい。つまり、調整後の打撃回数が 900 回を越えると自動ハンマの状態に変化が生じ、軸力の推定に大きな影響を及ぼしていることが推測できる。従って、導入軸力 10tf では調整後の打撃 900 回が自動ハンマの再調整の目安となる。

次に、全軸力に対して考察する。図 7～10 に導入軸力 10,16,22.6tf に対する Bolt No.11 の軸力推定の結果を示す。横軸に導入軸力、縦軸に推定軸力を取った。図中、最大測定誤差の範囲を点線で表した。調整後における推定結果は全て最大測定誤差内で、軸力の値にかかわらず自動ハンマは調整すれば正常な状態に戻ることができることが分かる。しかし、調整前の推定結果に着目すると、その誤差は図 7,8 では最大測定誤差を大きく上回っているのに対し、図 9,10 では小さい。他の試験対象の高力ボルト (Bolt No.12,23) に対しても同様の実験結果が得られた。従って、調整時期は調整から打撃回数 900 回までとするのがよい。

3. あとがき 本研究では、自動ハンマの調整方法 (調整手順と調整時期) について検討した。本研究の遂行に当って、三井造船の多大な協力を得た山浦忠彰氏、山本和利氏に、感謝の意を表する。

参考文献 1) 三上・鹿野・田中・神戸：第 1 回ファジィ土木応用シンポジウム講演論文集, pp.79-89, 1993.11.

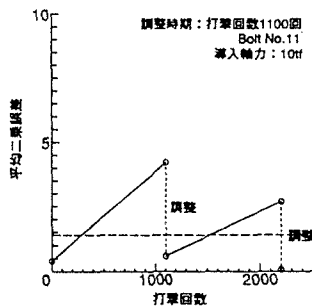


図 3

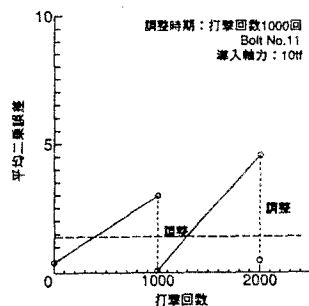


図 4

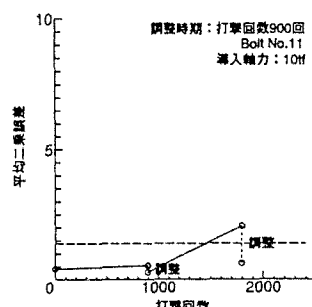


図 5

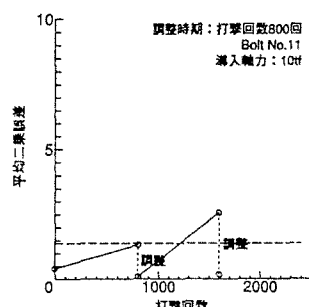


図 6

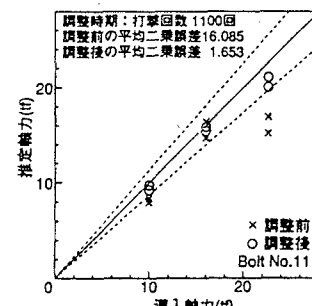


図 7

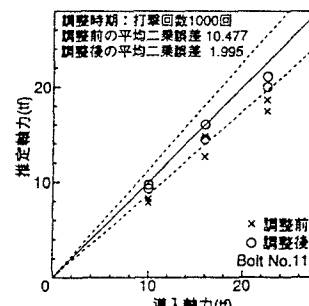


図 8

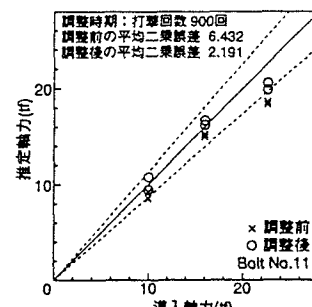


図 9

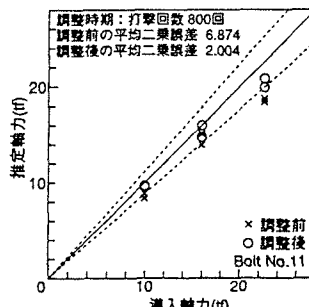


図 10