



高力ボルトと共に

脇山 広三*

はじめのころ

私共の研究室では、高力ボルトが日本で使われ始めた昭和32年頃より高力ボルトに係りのある問題と取り組んで来ました。

建築・土木で使われている高力ボルトは、中炭素鋼、合金鋼などの鋼材を用いた強さ $100\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度の熱処理をほどこしたボルトで、使用時には降伏点あたりに強く締付け、板材間の摩擦で接合しようとするものです。

昭和30年代は、高力ボルトの製造法・締付け方法・接合方法が研究対象となり、アメリカ、ドイツ、イギリスの文献調査、高力ボルトの試作、接合部の耐力試験が数多く行なわれ、昭和39年に高力ボルトの初めての日本工業規格、JIS B-1186 (1964) が制定の運びとなりました。

この間、私達が最重点を置いた問題は、高力ボルトを傷めずにいかに強く締めつけるかと云うことで、降伏点の近傍、 $\pm 10\%$ 以内の誤差で締付ける方法を確立することでした。

この研究のために、我々は、先ず、高力ボルトの締付けトルクとボルト軸力、ナット回転角とボルト軸力の関係を求めるための試験機を試作しました。試作機は、今も研究室で活躍して

おりますし、このコピー機は、川崎製鉄計量機製となって、ボルト特性試験機とかトルク試験機と呼ばれて、各高力ボルトメーカーで働いております。

試作機の完成したのは、昭和38年頃でしたが、それから2年間ほどは、ボルトを締めつける時の現象を調査し続けました。とくに研究の中心となったのは、締付トルクとボルト軸力の関係（トルク係数）の安定化で、摩擦という得体の知れないものとの戦いで、ネジ部分やナットと座金接触面にどのような表面処理が適しているかということでした。

研究の結果として、予想をこえた問題としてはトルク係数値の温度依存性で、 $0^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$ の範囲で、2割以上も変化する場合のあることでした。これは現場での温度が、締付け力を左右するということにつながり重要な事柄でしたが、最近になってメーカー側で研究がなされております。

なかがろ

昭和40年代前半は、高度成長期となり、多くの鋼構造物が建設され、熟練を要求されるリベット工の不足、騒音問題などから、ほとんどの現場が高力ボルトに切り換えられました。

研究室的研究では、30年代のくり返しであるもの、欠けているところをおぎなうものが多かったようです。私共は、この時期から疲労問題の研究を始めましたが、工学部の材料構造実験室のローゼンハウゼン型疲労試験機的不安定さや故障には、ずい分悩まされました。

この頃始めた疲労問題が、最近になってやっと構造設計のレベルでまとまりかけております。

現場では多量に高力ボルトが使用されるようになったため、施工手間や検査の簡易さが要求されるようになり、締付けに特別に工夫された

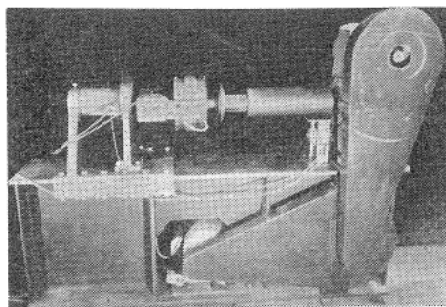
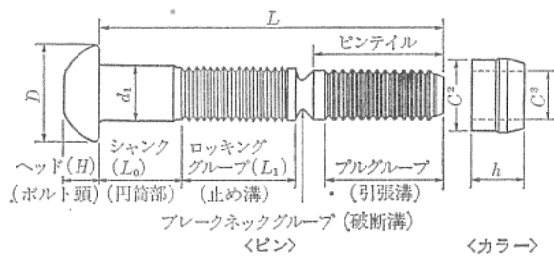


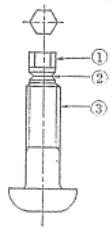
写真1 ボルト特性試験機の試作機本体。

*脇山広三 (Kozo WAKIYAMA), 大阪大学, 工学部, 建築工学科, 五十嵐研究室, 助教授, 工博, 建築構造学



A, HUCK BOLT

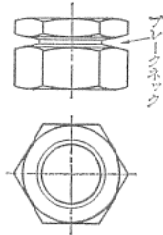
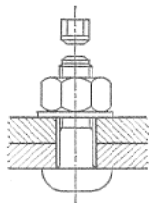
ボルト形状(施工前)



- ① つかみ部
- ② ノッチ部
- ③ ボルトねじ部

B, トルシア形 ボルト

施工後



C, P. I. ナット

図1

ボルトが出てきました。このさきがけとなったものは、HUCK BOLT で、これはすでに昭和36年頃に日本に紹介されました。

これと同じような考え方で、P. I. ナットやトルシア型ボルトと呼ばれるトルクコントロール型ボルトが出現しました。これらに共通の利点は、締めつけ力が、ブレークネックの破断によってコントロールされることと締めつけが一目で確認出来ることで最近では、高力ボルトの70%以上が、トルシア形ボルトであると云われております。

ちかごろ

昭和48年9月に、高槻西武百貨店が開店を前にして、火災にあいました。

我々の研究室では、この建物の復旧に関する調査のうち鉄骨部分について担当いたしました。鉄骨部分の被害として、鉄骨の変形、機械的性質の劣化、残留応力、高力ボルトの機械的性質の劣化、導入軸力の抜け、などが調査対象となりました。結果として、鉄骨は、変形を生じても機械的性質の劣化はないのですが、熱処理された高力ボルトは火事場の刃物の例えの如く、加熱温度の高い部分では、機械的性質がひどく低下し、締めつけ軸力が抜けておりました。

火災の復旧のための調査は、この高槻西武百貨店の火災に限らず、1日も早くということが多く、この調査を契機に高温加熱を受ける高力ボルトの性質を明らかにしておこうということとなり、高温加熱中および加熱後の高力ボルト部品の性質、締めつけ力の減少などについて調査を始め、数編の報告を出したりし、やっと最近、まとまりのあるものとなりつつあります。

この間、昭和53年に北牧野小学校体育館、昭和54年に五洋パッケージ工場火災の調査を行ない、研究結果を活用する機会を得ましたが、最も役に立ったデータは高力ボルト用の座金の火災温度と硬さとの関係(図2参照)で消火

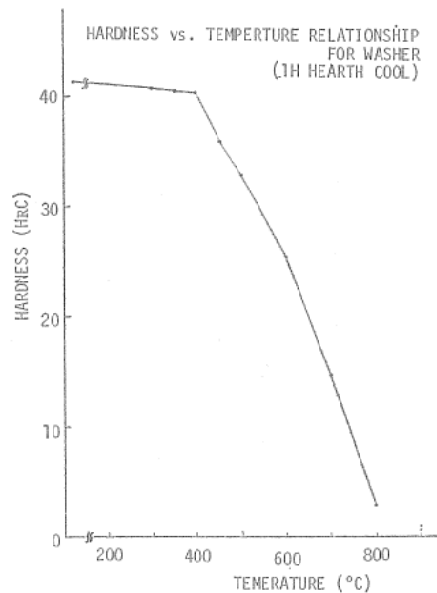


図2 加熱温度と硬さの関係の例。

時の水の影響のある場合には若干の考慮が必要ですが、建物の火災時の最高到達温度の分布が求められ、400°C以下については塗料の変質、800°C以上では、高力ボルトの金属ミクロ組織によって補足することで、より広い温度指標が出来るようになりました。

もう一つの最近の大きな問題は、遅れ破壊です。この問題は10年ほど前に130kg/mm²以上の高力ボルトに生ずることが報告され、鋼構造協会のグループによる研究で、実験室的にも、現場的にも、その発生が確認されました。

しかし、最近、FIITと呼ばれている110~130kg/mm²クラスの高力ボルトにも遅れ破壊が生じております。これらの多くの場合、硬さ調

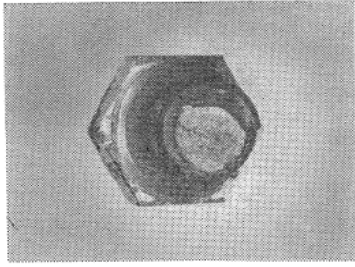


写真2 遅れ破壊した高力ボルト。

査の結果、製造時の熱処理のバラッキにより、所定の硬さを越えているようです。

本年に入りまして、溶接工学科の荒木助教授の協力を得て調査した例では、遅れ破壊の原因は次のようでした。

- ◎ 硬さが高い、熱処理に問題があったと思われる。

- ◎ ネジ（不完全ネジ部）の谷底がV形をしている。
- ◎ 施工時にネジ部に雨水の流入があり、ネジに発錆があり、水素の侵入も生じた。
 - 鋼の組織に異物の混入が認められた。
 - ボルト材の化学的成分の不適當などが認められ、◎印が密接な原因であると考えられました。

遅れ破壊の研究は、数時間から数十年にわたって発生するような現象で、短時間でシュミレートする促進試験方法が確立されることが、最も良い解決方法のように思われます。しかし、あまりうまい方法がなく、建築や土木の構造物の遅れ破壊は人命にかかわることから、当面、F10T（100kg/mm²）クラスまでのボルトを用いるのが、最善の方法のようです。

協会だより

第九回水処理研究会

省資源・省エネルギー時代の水処理戦略 そのII

下記の通り第9回水処理研究会を開催いたしますから、外数ご参加下さい。

日時 昭和55年11月14日（金）午前9時45分～午後5時

場所 大阪科学技術センター8階ホール

大阪市西区靱本町1-8-4地下鉄四ツ橋線「本町」下車北へ150米

TEL06-443-5321

講師及び題目

10:00～11:30

水と私

大阪大学工学部醗酵工学科 教授 市川邦介

12:20～13:40

下水処理と省エネルギー問題

京都大学工学部 衛生工学 平岡正勝

13:40～15:00

下水処理計画の社会経済的状況

大阪大学工学部環境工学科 教授 末石富太郎

15:20～16:40

活性汚泥法硝化脱窒における基質・微生物の関連挙動について

大阪大学工学部環境工学科 教授 橋本 奨