

特殊鋼の疲労並に衝撃破壊に於ける 破壊起點の形状の影響に就て

(日本鐵鋼協會第 12 回講演大會講演)

玉 置 正 一*

ON THE INFLUENCE OF NOTCHING UPON THE FATIGUE BREAK AND IMPACT BREAK OF SPECIAL STEELS.

By Shoichi Tamaki.

SYNOPSIS:—Local breaking or sectional rupture of a steel construction during actual use, is caused by, in most cases, the fatigue introduced by some complicated and repeatedly applied force, moreover, it is well known fact that in case there are some notches, sharp curves or turnings in a steel body, the fatigue is accelerated.

Considering that those complicated forces are the resultant of various simple forces, the writer made a simple repeated fatigue test using specimens having various shapes of notch or sharply curved sections, and the results are compared.

According to those results, in case of tough construction special steels, it has been revealed that the influence notch angle, radius of the sharp corner of the specimen is quite remarkable, and this tendency is also shown by a simple impact test. Hence, the material and the shape of the construction in actual use have an intimate relation, therefore, selection of material and its heat treatment should be carefully considered.

In general specification for steels, there has been set Charpy or Izo dimpact value, but the shape and demensions of the test piece are fixed, so that the ordinary impact test value is not dependable specification for the selection of a material.

A specified test piece having an inferior impact value exhibits a superior impact value, if the shape and position of application being properly designed, hence, in actual application of a given material, the above mentioned facts should be bone in mind.

I. 緒 言

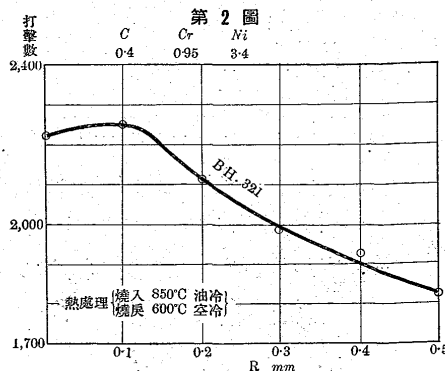
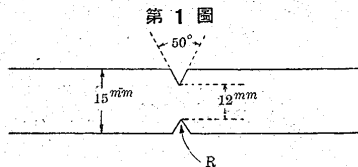
機構の一部が使用中破壊する原因の多くは種々複雑なる繰返し應力に依る疲労に基くもので、材料の一部にノッチ又は屈曲部ある時特に其疲労を早むる事あるは周知の事實である。此複雑なる繰返し應力は畢竟單一應力の幾つかの合成結果に外ならないから、單一の繰返し打撃も亦實際疲労破壊の原因となり得るとの見地から、著者は松村式繰返し打撃試験に於て首題の實驗を行ふ爲めに試験片の切込み部の形状を種々に變化せしめ、或は試験片の形状を全く新規のものにして疲労起點の形状の影響を實驗した。又衝撃試験に於ても同様切込部の形状を種々に變化せしめて實驗した。斯くて本研究に於ては材料の有するノッチの形状及屈曲部の曲率半径の差に依り如何なる影響を與ふるものなるかを調査した。此實驗は諸外國の文献にも見當らないかつたので實驗を行つて見た。

II. 實驗 第 1.

本實驗の試験片は普通の松村式反覆打撃試験片と同様で

(第一圖)其の中央部切込みの形状を種々に變化せしめた。

試験片は徑 15 mm 長さ 160 mm の丸棒で中央に深さ 1.5 mm の切込みを入れ其の角度を 50 度とし底の R を 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mm の 6 種とし 30 kg.cm のエネルギーで繰返し打撃を行つた。而して 180 度宛回轉して反覆打撃を行つた。



同一形状の試験片にて 2 個宛實驗を行つて其平均値を求めた。此實驗材料は Ni. Cr 鋼 (0.40C, 0.95% Cr, 3.43% Ni) とし、其熱處理は 850°C より油中焼入し 600°C に焼戻

* 日本特殊鋼合資會社

したものでブリネル硬度 321 である。

實驗の結果(第 2 圖)を觀るに $R = 0.1 \text{ mm}$ にて極大値を示し、それより R の大となるに従て漸次打撃數が減ずる。元來切込底の鋭からざるもの即ち R の大なるもの程疲勞耐力の大なることは當然なる一理である。茲に其の反對の現象の起れるは、 R の大なるもの程切込部分の削り去られる量多く即ち試験片要部の肉が一層瘦せるから、打撃に依る屈曲の度も甚しいに因るもので、結局切込底の Sharpness よりも肉瘦せの方が疲勞に大なる影響を及ぼすものと信ぜられる。

III. 實驗 第 2

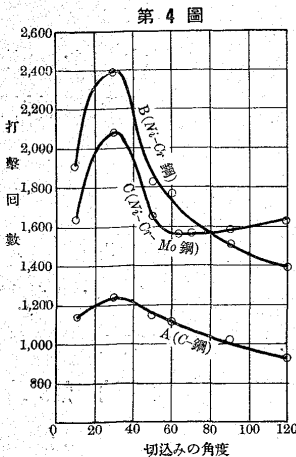
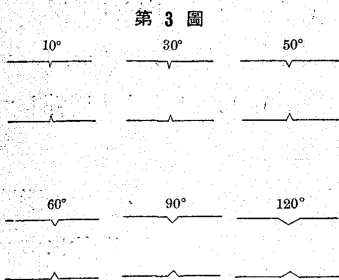
第 2 の實驗は切込の角度だけを 10 度から 120 度迄の間に於て種々に變へ(第 3 圖)試験片の外徑、長さ、切込深さ、打撃の方法等第一實驗と全く同様に行つた。

實驗材料は炭素鋼、 $Ni-Cr$ 鋼、 $Ni-Cr-Mo$ 鋼の三種(第一表)である。

第 1 表

	C	Cr	Ni	Mo	熱處理	試験片の硬度 (ブリネル)
A	0.48	—	—	—	850°C 水冷 550°C 焼戻	255
B	0.39	0.75	2.87	—	850°C 油冷 600°C 焼度	285
C	0.25	1.71	3.03	0.42	880°C 空氣中放冷	478

此の實驗に於て角度の増すに従ひ疲勞耐力の減ずるは、前實驗の理由と同様にノッチのシャープネスよりも肉瘦せの方が疲勞に大きく影響するものと考へられる。最大値を示せるは、切込のシャープネスの方が肉瘦せの影響よりも大なる結果に外ならない。

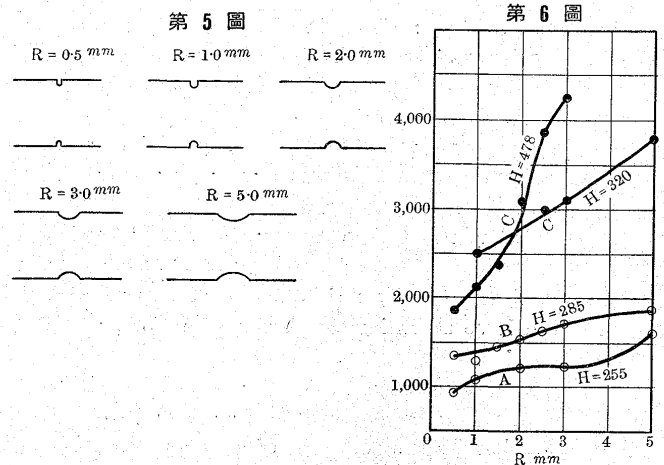


次に角度を次第に増して 180 となりたる場合を考ふるに、之れは切込のない丸棒の試験片を打撃することとなり、此場合普通標準型切込みの場合の 2 倍程の値となる事實から推論すると、角度 120 度から 180 度の間で極小ありそれより漸次疲勞耐力の増加を示すであらう現に第 4 圖 C

曲線に於ては 60 度で極小値を示して居る。後の實驗で知らるゝ通り C 即ち $Ni-Cr-Mo$ 鋼は硬質で此種の材料は切込のシャープネスが著しく現はれ角度或は曲率半徑の増すに従つて非常に耐力を増加する傾向を有するから、既に 60 度から角度の影響が勝つて來た事になる。

IV. 實驗 第 3

第 3 の實驗は切込みの角度を附せず、單に底の R のみを變化せしめて實驗を行つた、其切り込みの形狀を圖示すれば次の様なものである(第 5 圖)。此の外に $R = 1.5 \text{ mm}$



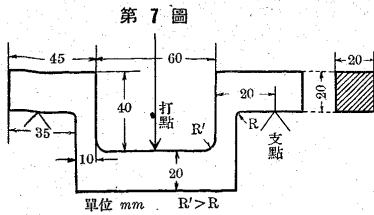
$R = 2.5 \text{ mm}$ のもをも必要に應じて補つた。

此の實驗の結果(第 6 圖)でも矢張り硬質の材料は切込みの曲率半徑の影響が軟質の材料に比して著しく現はれて居る。硬質 C 即ち $Ni-Cr-Mo$ 鋼に於ては空氣中放冷のまゝで硬度ブリネル 478 を有し、切込部の加工稍困難であつた爲、軟化状態で先づ切込みを作り、然る後熱處理を行つた關係上切込面の状態に多少信頼を缺いた爲め、別に 600°C に焼戻しを行ひて硬度 320 としたものである。結果を圖面上に併記した。

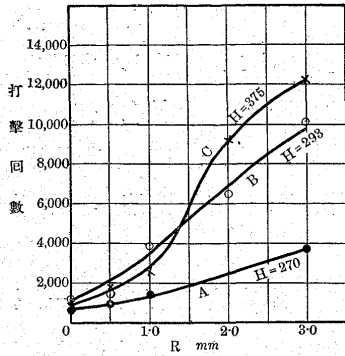
V. 實驗 第 4

第 4 實驗は第 7 圖に示す様な試験片を作つて屈曲部の R を種々變へて繰返し打撃試験を行つた。圖に於て上部の R を 0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 mm 等のもの 2 個宛を作つて其平均を求めた。破壊部は上部 R の個所で、下部の R' は其處より破壊せざる様上部の R よりは常に大として置いた。此實驗は圖で明かである様に、試験片は回轉せず常に中央部の同一個所を矢の方向に折れる迄繰返し打撃した。打撃の勢力は 45 kg.cm で行つた。實驗の結果は第 8 圖の如くなる。此實驗に於ても硬質材料は疲勞起點の R の大小が著しく

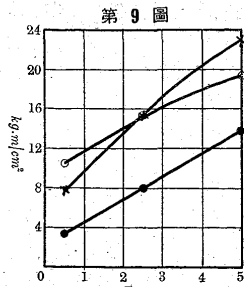
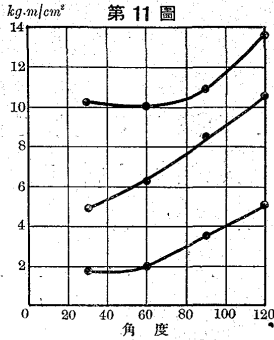
影響すること明瞭である。



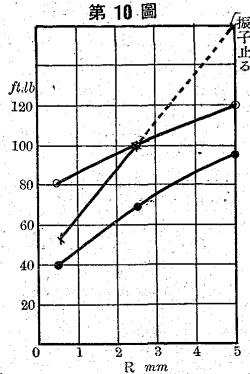
第 7 圖



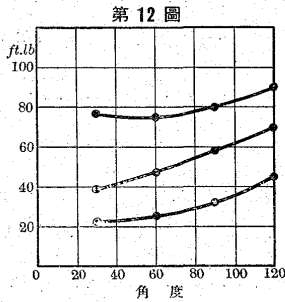
第 11 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 12 圖

VI. 實驗 第 5

本實驗に於てはシャルピー式衝撃試験片及アイゾット式衝撃試験片の切込みの形状を、前述の疲労試験片に用いた切込みと同様に角度及Rを變化せしめたものを製作して試験を行つた。之等の結果を圖示すると第9圖乃至第12圖の如くなる。第9圖 切込みのRを變へたるシャルピー式衝撃試験値 第10圖 同上 アイゾット式衝撃試験値

第 11 圖 切込みRを0とし角度だけを變へたるシャルピー式衝撃試験値 第 12 圖 同上 アイゾット式衝撃試験値
衝撃試験に於て、角度の場合の方はRの場合に比して切込形状の影響稍緩慢であるけれども、衝撃値は低い。普通アイゾット式のノッチはRが0.25mmといふ可なり鋭いものであるため其の値は硬質の材料ならばシャルピー値に比して割合に低く示され軟質の材料ならば之れと反對であることも肯かれる。

VII. 結 論

以上の實驗で機構用鋼材の撰擇に就て一つの暗示が與へられる。即ち規定されたる從來の疲労試験片又は衝撃試験片に於ての試験數値は、該試験片に施されたる切込みに對しての數値を示すだけで、切込みの異なる場合は材質の硬軟に依つて著しい差異を生ずる。標準試験片での數値が低いから如何なる場合でも脆いものとは限らない、屈曲部のRに依つては非常に大なる値をとり得ることを念頭に置かねばならぬ。

然れば現在規定せられて居る特殊鋼材の衝撃値規格等は機構設計上大なる參考とはなり得ない、只同一の抗張力の二種の材料があると假定し、其の何れが衝撃抗力が大であるかの目安であると考えざる外はない。一般に使用部分の機構がRを大になし得る設計となるならば、抗張力の大なる従つて硬めの材料を撰擇すべきであるが、若し機構の都合上屈曲部のRを大にする事能はざる場合には、稍軟質の材料を撰擇すべきが至當である。同一の材料を使用するに當つても、其焼戻し温度は使用部分の形状を考慮して硬軟適當に加減する事が材料を適當に使ひこなす上に必要條件である事は本實驗から明かである。

終りに臨み本實驗に於て前半を平田利作君に後半を永澤清君に實驗の懇切なる援助を得たる事を深く感謝する。