

- Inst., 172 (1952) 2, p. 129
- 6) G. F. TISINAI, J. K. STANLEY and G. H. SAMANS: J. Metals, 6 (1954) 11, p. 1259
- 7) 熊田: 日本金属学会講演概要, (1960), 10月, p. 63
- 8) 行俊: 学振耐熱金属材料第 123 委研究報告, 8 (1967) 1, p. 17
- 9) R. O. STEINER and P. S. TROZZO: Metal Prog., 72 (1957) 1, p. 108
- 10) 岡本, 田中, 藤本: 学振耐熱金属材料第 123 委研究報告, 3 (1962) 1, p. 1
- 11) 門間, 須藤ほか: 日本金属学会誌, 29 (1965) 2, p. 191; 10, p. 941; 30 (1966) 6, p. 558
- 12) 堀, 斎藤, 西山: 学振耐熱金属材料第 123 委研究報告, 8 (1967) 3, p. 529
- 13) P. M. KELLY and J. NUTTING: in "High-Strength Steels", ISI Sp. Rep. No. 76 (1962), p. 7
- 14) H. SUZUKI: Dislocations and mechanical properties of crystals, (1957), p. 361, [Wiley]

シャルピー衝撃試験における荷重-時間, 荷重-変位曲線の観察*

三好 滋**・高井耕一**・小林俊郎**

Observations on the Load-Time and Load-Deflection

Curves in Charpy Impact Test

Shigeru MIYOSHI, Kōichi TAKAI and Toshirō KOBAYASHI

Synopsis:

Relationships between load-time and load-deflection curves during impact in Charpy impact test have been simultaneously observed on a reactor pressure vessel steel plate, a low carbon Al-killed grain-refined steel.

A precision wire wound variable resistance is used for deflection detecting element, and satisfactory result on the resolution of deflection is obtained.

Observed load-deflection curves are similar to load-time curves at each testing temperature. Absorbed energy from area under the load-deflection curve is rather smaller than the one from indicator of tester.

The result that the time axis of the load-time curves can convert linearly to the deflection axis is obtained from analysis of deflection-time curves which are composed of both curves.

(Received 12 Dec. 1967)

1. 緒 言

従来より, シャルピー衝撃試験時における衝撃時の荷重-時間曲線を観測, 解析することが多く報告され^{1)~5)}これにより, 破断過程と遷移現象との相関をかなり明確にとらえることができるようになった。

しかし, 試片の変形状況を詳細に知るためには, 直接, 荷重-変位曲線をも観測, 解析することが必要であろう。著者らは, 従来報告されている変位測定法とは異なる方法確立し, 本試験において, 荷重-時間, 荷重-変位曲線を同時観測し, これらの差異などについて, いくつかの知見を得たので報告する。

2. 実験方法

2.1 供試材

原子炉圧力容器用低炭素アルミキルド細粒鋼板 (0.12

%C) より標準 2 mm V ノッチシャルピー試片を採取した。

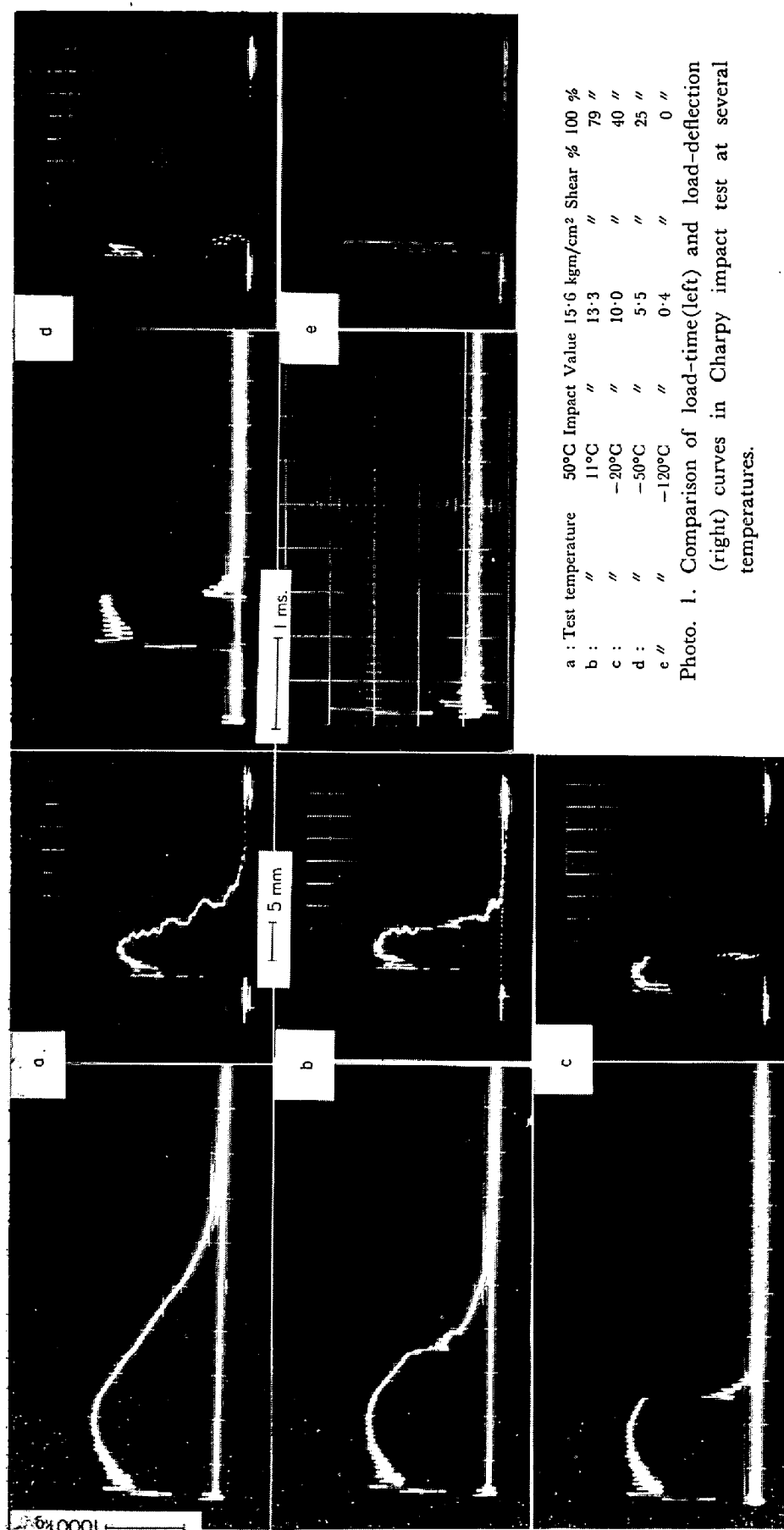
2.2 荷重および変位測定系

荷重, 変位測定系は, Fig. 1 のブロックダイアグラムに示すように構成した。シャルピー試験時の動荷重測定は, 従来より数多く試みられている。本実験においてはハンマー部にスリットを切込み半導体ストレンゲージを貼付けてロードセルとしたものを使用しており, 田中, 布村らの方法⁶⁾に準拠している。

一方, 衝撃時に試験片の変位を直接測定することはこれまで行なわれておらず, 間接的に振子の運動をとらえているのみである。すなわち, 従来の方法は, 振子が一定の光束を切つてゆく過程を光電管やフォトトランジス

* 昭和42年10月本会講演大会にて発表
昭和42年12月12日受付

** 富士電機(株)中央研究所



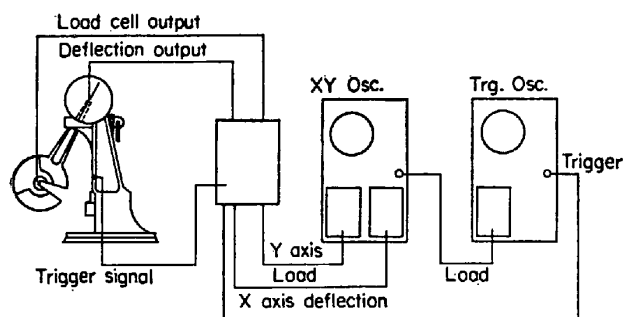


Fig. 1. Schematic diagram of Measuring Apparatus.

ターでとらえ, その光量変化を電気信号として記録するものであった⁹⁾。著者らは, もつと簡便な方法として, ハンマー回転軸に精密級ポテンショメータ (巻線型可変抵抗器) を装着し, 回転角検出器すなわち変位検出器として機能させた。素子として巻線型を使用する関係で, 記録される変位曲線はあたかも輝度変調されたような様相であるが, 5 mm 変位に対し, 12~13個の光点より成り, この程度の分解度で実用上十分と考えられる。

3. 実験結果および考察

広範囲温度における衝撃試験時の荷重-時間曲線の解析から, 一般的に鋼材の延性脆性挙動は6つの遷移温度域に分類できることをすでに指摘している^{7)~9)}。本鋼種では, 次の4つの領域, すなわち全断面にわたる延性破壊の領域 (Ⅰ領域), 最大荷重到達後にはじめて脆性クラックが発生する領域 (Ⅱ領域), 脆性破壊荷重が, 下部降伏荷重より上であり加工硬化途上にある領域 (Ⅲ領域), および降伏点以下の破壊を生ずる領域 (Ⅳ領域) について, 荷重-変位曲線を同時記録した。

代表的な両曲線を Photo. 1 に示す。荷重-変位曲線は, 各温度においてほぼ荷重-時間曲線と類似であるが, 特徴的には, 試験温度の高いものについて最大荷重後ハンマーの横ぶれがかなり観測されていることである。すなわち荷重-時間曲線で, 荷重がゆるやかに除荷してゆく場合に, 変位曲線ではハンマーがジグザグ状に進行してゆく過程がとらえられている。試片の延性破面が減少するにつれて, この横ぶれは消失し, たとえば -20°C 以下においては, ほとんど観測されない。これは, 試片の吸収エネルギーが小さくなくなつてゆくとハンマーの最終速度が上昇することに関係すると考えられる。

荷重-変位曲線の囲む面積は, 直接吸収エネルギーを表わすと考えてよい。試験機指示による吸収エネルギーと, 荷重-時間, 荷重-変位曲線から求めたエネルギーの相関を Fig. 2 に示すが, 荷重-変位曲線から求めたエネルギーは, 荷重-時間曲線よりのエネルギーおよび試験機指示エネルギーよりやや小さいことが認められる。

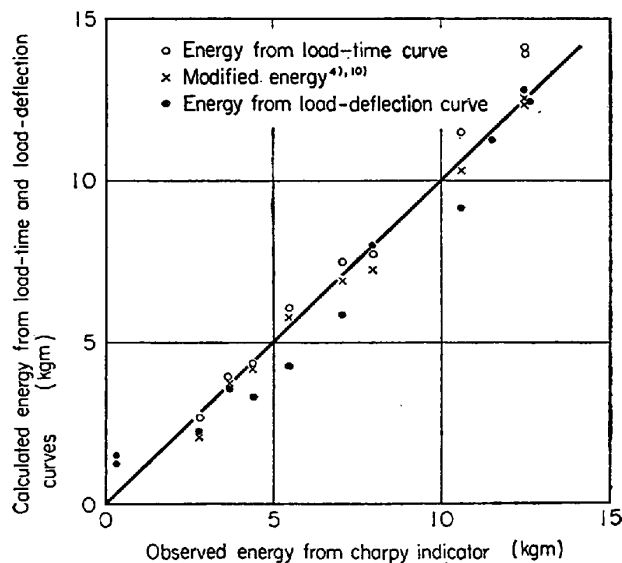


Fig. 2. Relation between observed Energy from Indicator and calculated Energy from L/T, L/D curves.

B. COTTERELL¹¹⁾は, ハンマーが試片に衝突する直前の速度 (初速) と破断後の最終速度の間を直線的に減速すると仮定して, 時間→変位の算出を行ない, 荷重-変位曲線を得, これから吸収エネルギーを求めているが, 指示エネルギーより小さく相関もよくないようである。また, 村木, 加賀, 稲垣らは, 前述の光学的方法により変位を検出し荷重-時間, 変位-時間曲線を同時に記録し合成して荷重-変位曲線を求めている。これから求めた吸収エネルギーは, 指示エネルギーよりやや小さいが, よく一致すると報告している⁹⁾。荷重-変位曲線から計算した吸収エネルギーが小さく出るとは, 積分の精度, 試片変位とハンマー変位が必ずしも一致しないことなどのために生ずると考えられる。

荷重-時間, 荷重-変位曲線から間接的に変位-時間曲線をプロットできるが, このようにして求めたものと, 荷重-時間曲線より力積, ハンマー速度を求めて計算した⁹⁾⁹⁾ 変位曲線を Fig. 3 に示す。両者の変位曲線を比較すると, 荷重-時間, 荷重-変位曲線から求めたものがやや下回る変位量を与えるが, 二つの曲線から変位量を求める際の誤差, 計算変位曲線はハンマーの減速がほぼ直線的である範囲に限定していることなどのためと考えられる。変位は, このように厳密には時間に対して直線関係ではないが, 工学的応用を対象に考えればほぼ直線とみなすことができるので, 荷重-時間曲線の時間軸を変位軸とおきかえることが可能である。

4. 結 言

原子炉圧力容器用低炭素アルミキルド細粒鋼板のシャ

ルピー衝撃試験時に従来と異なる方法によつて、荷重-時間、荷重-変位曲線を同時観測した。得られた主要な結果をまとめると次のようになる。

1) 試片変位検出器として精密級ポテンショメータを使用したのが実用十分な変位分解度が得られ、従来の光学的な方法より簡便である。

2) 得られた荷重-変位曲線は、ほぼ荷重-時間曲線に類似している。ただし高温側試験の場合にハンマー変位は、かなりシグザグ状に変化するのが認められる。

3) 荷重-変位曲線の囲む面積は直接吸収エネルギーを現わすと考えられるが本鋼種について求めた値は、試験機指示エネルギーよりやや小さい。荷重-時間曲線の積分により求めた値は指示エネルギーとよく一致する。

4) ハンマー速度の直線減速範囲での計算変位曲線と、実測変位曲線を比較すると後者が小さく求められた。

5) 変位曲線は、厳密には時間に対して直線関係ではないが、工学的目的のためには直線とみなせるので荷重-時間曲線を荷重-変位曲線におきかえることが可能である。

文 献

1) 山田: 日本機械学会誌, 31 (1928), p. 420

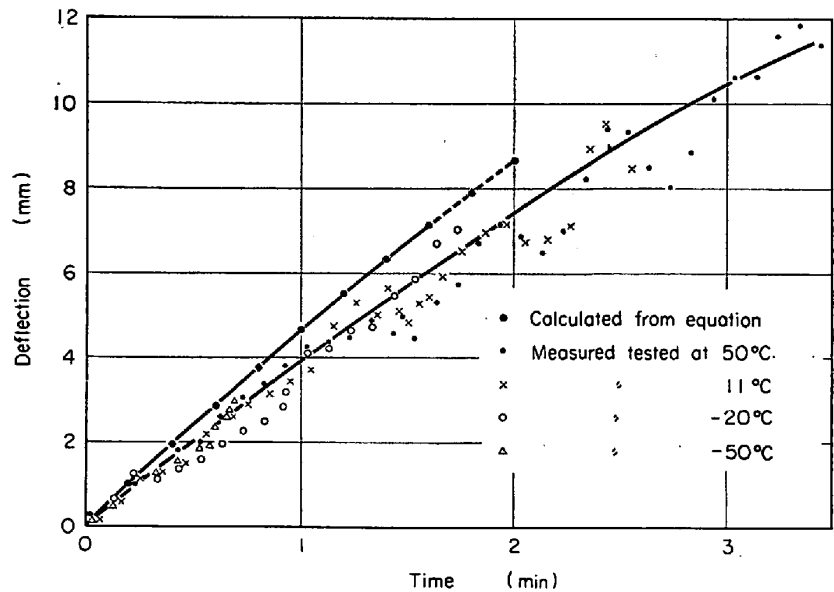


Fig. 3. Typical deflection-time curves.

- 2) 田中, 梅川: 日本金属学会誌, 21 (1957), p. 221
- 3) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 140
- 4) G. D. FEARNEHOUGH and C. J. HOY: J. Iron Steel Inst., 202 (1964), p. 912
- 5) 田中, 布村: 日本金属学会誌, 27 (1963), p. 439
- 6) 村木, 加賀, 稲垣: 富士製鉄中研研究報告, (1964)
- 7) 間庭, 小林, 高井: 学振, 日本鉄鋼協会, 照射試験合同委員会資料, 12-5
- 8) 小林, 高井, 間庭: 日本金属学会誌, 30 (1966), p. 700
- 9) T. KOBAYASHI, K. TAKAI and H. MANIWA: Trans. ISIJ., 7 (1967) 3, p. 115
- 10) B. AUGLAND: Brit. Weld. J., 9 (1962), p. 434
- 11) B. COTTERELL: Ibid., p. 83