

I - 193

構造試験体の耐力決定法

(株)東京鐵骨橋梁製作所 正員 中野幹一郎
(株)東京鐵骨橋梁製作所 正員 稲澤 秀行

1. まえがき

一般に高張力鋼の強度試験では、0.2%の残留ひずみを生じる応力を以て耐力点と定義している。耐力点を求める方法もJIS¹⁾に解説されているが、0.2%という数値の設定根拠は明らかにされていない。ここでは高張力鋼と同じような荷重-ひずみ曲線を描く構造試験体の耐力を、機械的に特定する方法についての、二三の検討結果を報告する。

2. $P-\epsilon$ の2次回帰曲線

Gertner²⁾に従い荷重 P とひずみ ϵ との間に

$$P = A\epsilon - B\epsilon^2 (+C) \quad (1)$$

が成立するものと仮定すると、計測された (P, ϵ) をもとに2次曲線を求めることができる。図-1(a)で、立ち上がりの接線の勾配は係数 A を表す。

この回帰曲線は、全体としてよい一致を見ているが、これに、ひずみの急増した領域の2個のデータ(∖印)を追加した結果

(図-1(b))はあきらかに変調であり、図-1(a)より一致性が落ちている。それは、ひずみ急増点以降の性質の異なるデータを

強制的に2次回帰曲線上にあるものとしたためである。この結果により“ゼロ点から順次データを増やしなから回帰曲線を求めて行けば、係数 A, B, C の性質の顕著な変化点が見つかるはずであり、その点をベースとして耐力点を特定することができる”という推論が可能である。

係数 A は、回帰曲線を求める際、データを順次増加し、ある一定値以上の大きすぎるデータを付加すると急激に減少するという性質がある。これは、“係数 A の最大値を求めれば、その一つ手前の点までが2次回帰曲線に乗るべきグループであり、最大値以降のデータはひずみの急増した領域に属するグループである”とすることができ、これにより変化点を特定できる。係数 B も係数 A との相関関係により、 A の急変点と連動して変化するので、ひずみの急増点を特定するのに有効である。しかし常数 C は、原データを補正し回帰曲線が必ず座標原点を通るように設けた補正量であるから、回帰曲線の性質を知る上で特に有効なものではない。

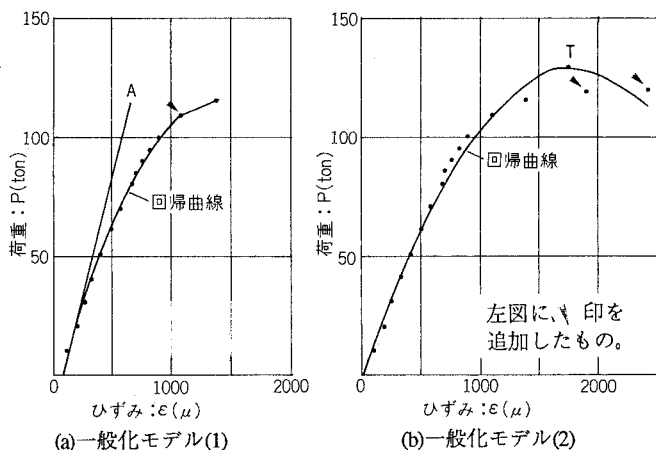
ところで、式-(1)はひずみ ϵ が特定値をとるとき極値(P の最大値、すなわち曲線の頂点)に達するので、その回帰曲線を求めたデータの中に極値より大きいデータが含まれていると、測定データが回帰曲線に適合しなくなり、荷重に対応するひずみが求められなくなる。ゆえに“頂点の座標は、その回帰曲線を求めたすべてのデータよりも大きくなくてはならない”ということがわかる。

3. 耐力点の決定法

ひずみの急増点を前記の方法で特定することができれば、それより後のデータは直線に乗るものとして回帰直線を最小自乗法によって求めることができる。

$$P = G\epsilon + H \quad (2)$$

とすれば、この直線と2次回帰曲線(1)の座標原点における接線



$$P = A \epsilon \quad (3)$$

との交点Yをもって耐力点と定めることができる。

4. 実測データによる検証

以上に示した耐力点決定法を、図-2に示すメラン構造試験体の実測データによって検証してみた。

係数A,Bともに明瞭なピークは認められ

ないものの、ある位置以降では減少傾向が続くという現象が認められた。また、載荷回数の増加にともなう回帰曲線の頂点座標の移動は、係数のピークに対応する頂点座標のせん点が明らかに認められた。これに対応する2次回帰曲線を限界回帰曲線と定義する。

一方、2次回帰曲線と回帰直線の全てのセットに対してひずみ（またはたわみ）の測定値と計算値との差の自乗偏差 σ が最小となる点をもって、ひずみの急増点とすることも有効である。自乗偏差は測定値をPi、回帰曲線の計算値をPoi、全測定回数をNmaxとする時、

$$\sigma = \sqrt{(\sum (P_i - P_{oi})^2) / N_{max}} \quad (4)$$

で与えられる。

自乗偏差が最小となる測定値のセットおよびその特定点を限界回帰曲線の修正値とするためには、前記の決定条件をみることが前提であり、この条件を満たさない場合は、偏差値の大小に関係なくNを1ポイントずつ小さい方へ移動し、条件をみたすNを求める。それが最大係数法によって求めた限界値より大きければ、そのNをNrの修正値とする。

このようにして求められた限界回帰曲線の自乗偏差は0.36～1.86tonの範囲内で、各ゲージの荷重-ひずみ曲線は全体として良好な結果が得られた。式-(2),(3)よりそれぞれのゲージが示す耐力点を求めた結果を表-1に示した。耐力は平均値を採って106.6±3.2tonとすることができる。表-1よりこの試験体は、載荷荷重が100tonを越えたとき、鉄骨の引っ張りフランジ、圧縮鉄筋に異常が生じ、106tonを越えると圧縮フランジ、引っ張り側のコンクリートに異常が生じ、荷重が110tonを越えると圧縮側のコンクリートにも異常が発生し、その後は全ゲージのひずみが急増状態となったことを示している。さらに図-3のたわみを見れば、荷重が115tonを越えた時、全体的な崩壊状態に入ったものと読み取ることができ、上記の耐力が妥当な範囲にあると結論することができる。

5. まとめ

荷重-ひずみ曲線がなだらかな連続曲線になっている場合は、荷重-ひずみ曲線により耐力点を特定しようとすると、相当に恣意的な結果になる。本報告はGertnerの仮定に基づき、計測データの数値処理のみで耐力を推定する方法について述べた。

【参考文献】 1) 日本規格協会：JISハンドブック・鉄鋼，金属材料試験方法（JIS Z 2241），1992年

2) 最上武雄：応用力学，上巻，p93，金原出版(株)，1955

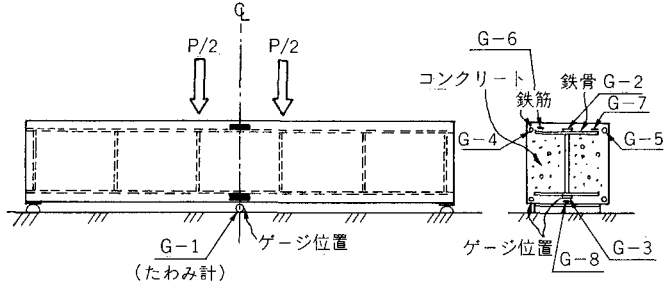


図-2 メラン構造試験体

表-1 構造試験体の耐力

ゲージ	耐力点 (ton)	自乗偏差 (ton)	ゲージ	耐力点 (ton)	自乗偏差 (ton)
G-1	110.6	0.8	G-5	104.4	0.6
G-2	103.8	0.9	G-6	108.0	0.4
G-3	102.8	0.5	G-7	110.0	1.5
G-4	103.0	0.7	G-8	110.1	1.9
平均値	106.6ton				
標準偏差	3.2ton				

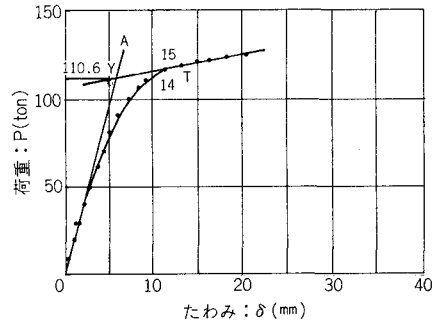


図-3 限界回帰曲線 (G-1)