

名古屋大学 正 橋本 啓士
 金沢大学 正 小堀 為雄
 金沢大学 正 吉田 博

はじめに

橋梁構造物の塑性設計の適用に関する問題点の一つに、橋梁に弾性限度を超えたり繰り返し移動荷重が作用した場合のたわみ安定性の問題がある。弾性限度を超えたり繰り返し荷重が構造物に作用した場合構造物の応答につぎの3つの形式があることはよく知られている。すなわち、

- (1) 変動荷重のくり返し数とともに構造物の永久変形が増してゆく漸増崩壊荷重
- (2) 変動荷重があるくり返し数を超えると、構造物の永久変形が一定値に收れんじ、以後は弾性的に応答を示すいわゆる変形硬化荷重
- (3) 変動荷重によるある断面での変形塑性応力の発生による低サイクルの材料の破断

変形硬化荷重

一般のはり構造物においては(3)により構造物が崩壊することは考えられないので本研究では崩壊荷重に近い荷重すなわち、漸増崩壊荷重または変形硬化荷重とくり返しうけるはりの挙動と実験的に知ろうとした。ここで試験荷の断面寸法を用いて移動荷重による変形硬化現象について簡単に説明する。図-1のように一端固定、他端単純支持の桁上と5.586Mp/Lの単一集中荷重が通過する場合、点Cおよび点Bの曲げモーメントの変化を図示したのが M_c および M_b 曲線である。(ここに点Cおよび点Bは転動荷重による塑性ヒンジ生成点である。) まず単一集中荷重が単純支持点Aより移動し、E点に達すると点Bの曲げモーメントは桁の全塑性モーメント M_p に達する。荷重がさらに進行するとB点では塑性変形が始まり荷重がD点に達して最大となる。いまこの状態で荷重とどりを去ると図に示すように残留曲げモーメント M_r が分布する。したがって荷重がD点よりさらに進行すると、点Cおよび点Bの曲げモーメントは弾性曲げモーメント+残留曲げモーメントの曲線にしたがって変化する。すなわち、荷重のオ一回の通過による点Cおよび点Bの曲げモーメントは図の矢印のように変化する。オ二回目以後の載荷に対しては点Bおよび点Cの曲げモーメントは図の大線とよって変化し、荷重がC点に達した時C点の弾性曲げモーメント+残留曲げモーメントは M_p に達するが荷重の通過とともにE点D点の曲げモーメントは減少しC点において塑性変形は生じない。荷重がふらE点Eを進行しD点に達したとき点Bの曲げモーメントは M_p に達するが荷重の通過とともに減少し、塑性変形の累積が行われぬ。すなわちオ二回目以後の荷重の通過は完全に弾性的挙動を示す。このような荷重を一般に変形硬化荷重という。

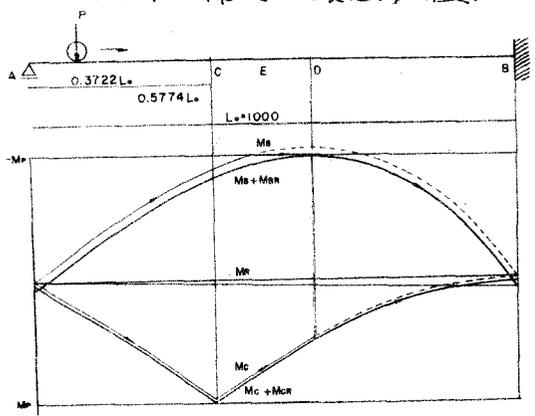


図-1

実験方法および結果

(1)引張試験および単純曲げによる試験の弾塑性性状 図-2は2点載荷重Pと単純支持はりのスパン中央点のたわみとの関係と図示したものである。引張試験による降伏応力は $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ であり、弾性限界荷重は $P_y = 620 \text{ kg}$ 、崩壊荷重は $P_u = 773 \text{ kg}$ である。図-2のOABの順に荷重を載荷し、B点にて荷重を除去し、さらに夏のモーメントを作用させるとCDEのように変化する。

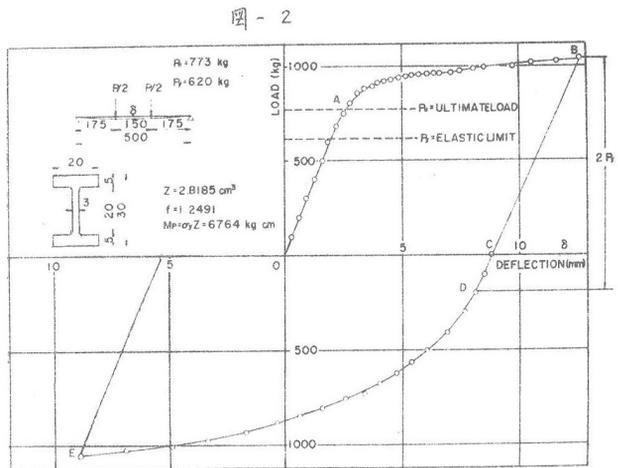


図-2

(2)与えられた一端固定、他端単純支持はりの最小崩壊荷重 単純支持端Aより $0.4142L$ の点に単一集中荷重が載荷する場合、最小の崩壊荷重を与える。図-3は $0.4142L$ の点に荷重を作用させた場合の荷重と荷重点下のたわみと図示したもので、崩壊荷重 $5.828 M_p / L = 394 \text{ kg}$ とよく一致している。

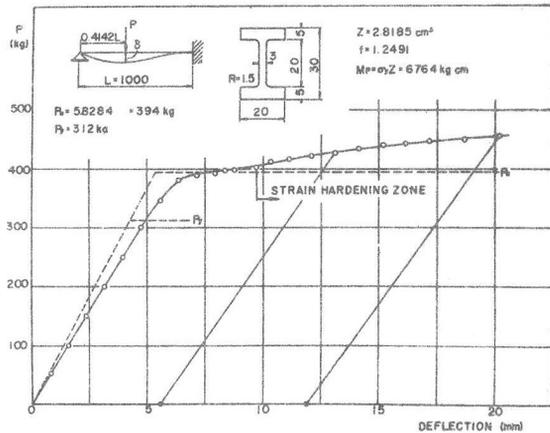
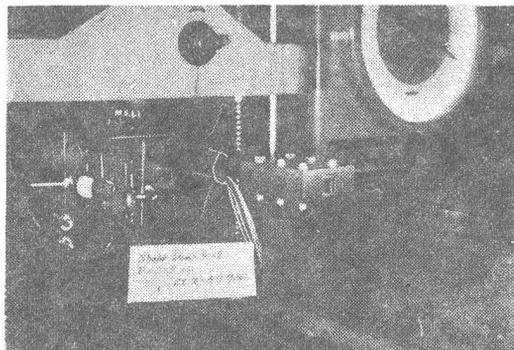


写真-1

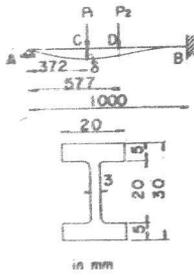
(3)変形硬化荷重 (2)同一点くり返し荷重を作用させた場合 一端固定、他端単純支持梁において、単純支持端より $0.372L$ と $0.577L$ の位置に交互に荷重が作用した場合、最小の変形硬化荷重を与える。写真-1は島津万能試験機により上記の位置に交互に作用させているところである。図-4は荷重のくり返し数とともに変化する点下の残留たわみと図示したものである。これによれば $P = 380 \text{ kg}$ ほどの荷重では一定値に収れんするがそれ以上の荷重に対しては急激に増加している。これにより変形硬化荷重は約 380 kg であることが推測される。



(b)移動荷重を作用させた場合 写真-2は試作した移動載荷装置と示す。この装置は水タンクの荷重とワイヤーとがはいて桁に載荷するもので、桁がたわんでも常に一定の荷重が載荷されるよう工

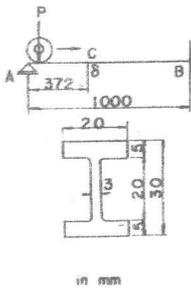
夫した。ハンドルを廻転させてこれに噛みあっているスクリューシャフトを廻し、載荷盤を移動させ荷重が一定で移動載荷するようにしている。図-5はC点下の残留応えわみと荷重のくり返し回数と示したものである。これらの荷重も弾性限度とこえるが、残留応えわみは一定値に收れんしている。このことから、移動荷重による場合も変形硬化荷重は375 kg以上で

あることが推測される。



$P_1 = 397 \text{ kg}$
 $P_2 = 378 \text{ kg}$
 $P_3 = 317 \text{ kg}$

$Z = 2.8185 \text{ cm}^3$
 $M_p = \sigma_y Z = 6764 \text{ kg cm}$



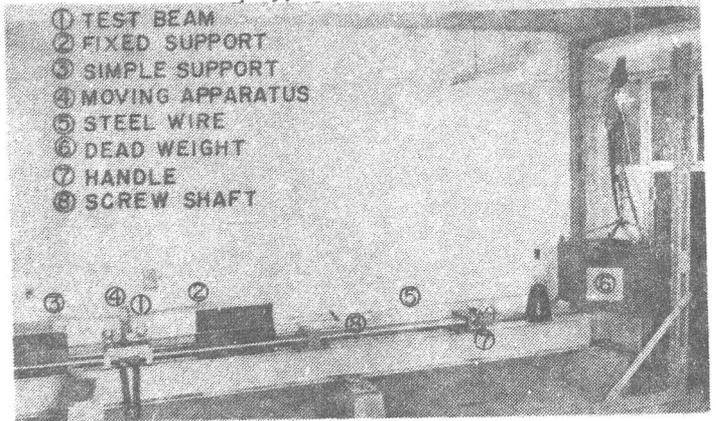
$P_1 = 394 \text{ kg}$
 $P_2 = 378 \text{ kg}$
 $P_3 = 315 \text{ kg}$

$Z = 2.8185 \text{ cm}^3$
 $M_p = \sigma_y Z = 6764 \text{ kg cm}$

本研究は文部省科学研究費による研究の一部である。

ここに對して感謝の意を表す。

写真-2



- ① TEST BEAM
- ② FIXED SUPPORT
- ③ SIMPLE SUPPORT
- ④ MOVING APPARATUS
- ⑤ STEEL WIRE
- ⑥ DEAD WEIGHT
- ⑦ HANDLE
- ⑧ SCREW SHAFT

図-4

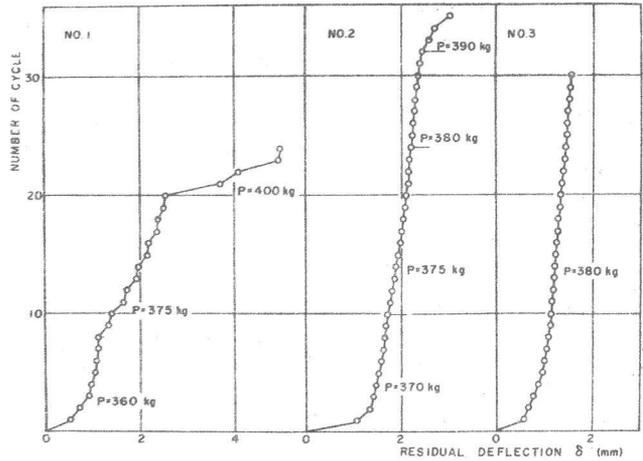


図-5

