

## 動的荷重を受ける両端支持ばりの基本特性

東海大学・院 学○長田 健吾, 難波 達郎  
東海大学 正 近藤 博

### 1. はじめに

桁が衝撃力を受けたときの、衝撃応力やたわみを明らかにすることは実用上重要であり、古くから実験的あるいは理論的に多くの研究<sup>1)</sup>が行われている。しかし、いまだに実用的に利用できる式は求められていない。機械工学便覧<sup>2)</sup>にはエネルギー法の式が掲載されている。しかし、掲載された式には、慣性力の効果を必ずしも正しく評価して得られた結果でないために、その使用にあたっては十分に注意する必要があると記述されている。この理由の一つに、従来の試験では、載荷荷重の測定にロードセルを利用してきたことが考えられる。本報告は、載荷荷重の測定に、鋼弾性棒の上端にゴム材を設置した載荷棒を採用して模型桁の動的載荷実験を行ったものである。その結果、動的試験でのたわみを生じさせる静的荷重は、スパンの-1 乗に比例する興味ある結果が得られた。さらに、たわみはスパンの2 乗に比例するとともに、桁の等価ばね定数の-0.6 乗に比例することが明らかになった。

### 2. 実験装置と方法

**2.1 模型桁：**模型桁の寸法等を表-1 に示した。桁の等価ばね定数比は、ばね定数の一番小さい桁 A3 を 1 とすると、ばね定数の一番大きい桁 C1 は 64 になる。

**2.2 装置と方法：**図-1 は、動的載荷実験装置の概要を示したものである。載荷棒の先端の形状は、線載荷させるために円弧になっている。載荷棒で正確な動的荷重を測定するためには、載荷棒の衝突面(上端)が自由端的に挙動する必要がある。そこで、載荷棒の衝突端にゴム緩衝材を設置した。また、緩衝材を設置することで、載荷棒が剛体的な挙動をすることになる。緩衝材の厚さは、2, 4, 6 mm の 3 種類を用いた。載荷荷重は打撃棒を、所定の高さから自由落下させて発生させた。

表-1 桁の種類と寸法

呼び名	桁幅(mm)	桁高さ(mm)	スパン(mm)	等価バネ常数比
A	1	10	600	8
	2		900	2.37
	3		1200	1
B	1	15	600	2.7
	2		900	8
	3		1200	3.38
C	1	20	600	64
	2		900	19
	3		1200	8

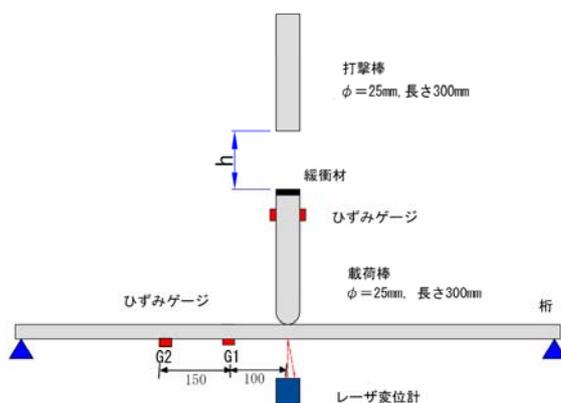


図-1 動的載荷実験措置図

### 3. 実験結果と検討

**3.1 載荷荷重と桁応力：**図-2 は、桁 A1, 打撃棒の落下高さ 50mm, 緩衝材厚さ 3 種類で実験したときの載荷荷重を示したものである。図から、緩衝材厚さにより、載荷荷重形状が大きく異なることがわかる。しかし、3 者の荷重波形の力積はほぼ一致した。図-3 は、図-2 に示した実験での、桁の応力を示したものである。図から、3 者はよく一致していることがわかる。これから、桁の応力は動的最大荷重に直接影響を受けるのではなく、載荷荷重の力積に関係することがわかる。また、緩衝材厚さが同一ならば、全桁での載荷荷重形状は、ほぼ同じになる興味ある結果が得られた。

**3.2 計算たわみと測定たわみ：**図-4 は、桁 A1, 打撃棒の落下高さ 50mm で実験したときの、ゲージ G1 での桁応力から求めた桁中央点たわみと計測たわみを示したものである。図から、両者はよく一致していることがわかる。よって、桁の応力が最大値を示すときの応力分布性状は静的と同じなることがわかる。

キーワード：衝撃曲げ, 桁, たわみ, 測定

連絡先：〒259-1292 平塚市北金目 1117 TEL 0463-58-1211 E-mail:kondohr@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

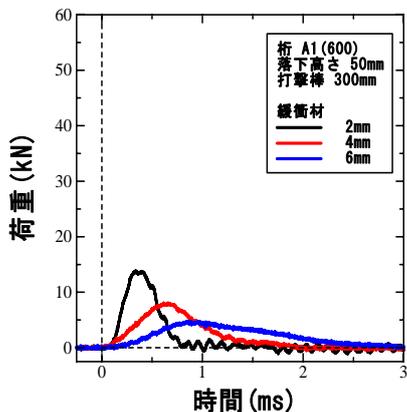


図-2 載荷荷重

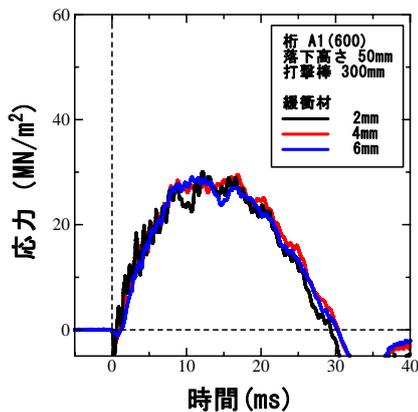


図-3 桁応力

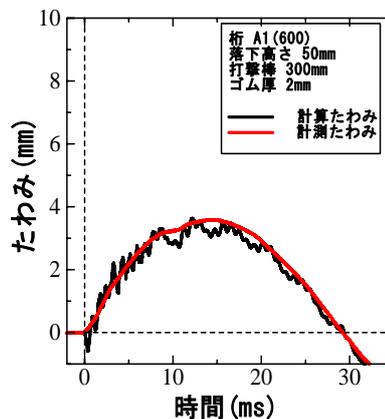


図-4 計算たわみと測定たわみ

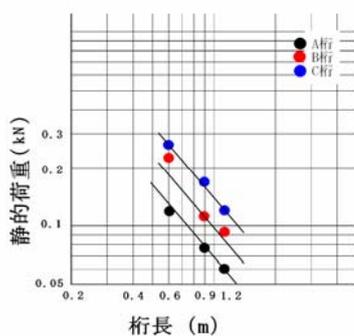


図-5 静的荷重とスパン

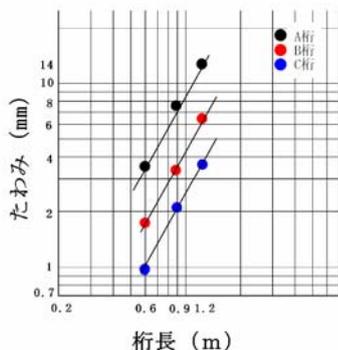


図-6 動的たわみとスパン

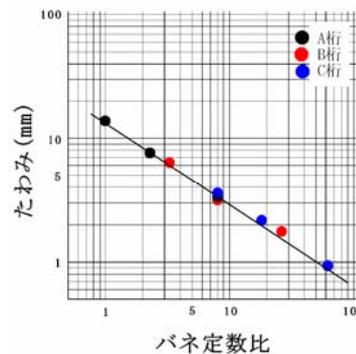


図-7 動的たわみと等価ばね定数

3.3 桁の動的たわみについて：表-2 に計測たわみを示した。

図-5 は、動的たわみを生じさせるのに必要な見掛けの静的荷重とスパンの関係を示したものであるが、静的荷重はスパンの-1 乗に比例することがわかる。図-6 は、動的たわみとスパンの関係を示したものである。図から、動的たわみはスパンの2 乗に比例した。図-7 は、動的たわみとばね定数比の関係を示したものである。図から、動的たわみはばね定数比の-0.6 乗に比例してことがわかる。このように、動的たわみとスパンおよび等価ばね定数の関係が明らかになると、一つの模型での動的試験で、たわみを測定すれば、他の桁のたわみが推定できることになる。動的たわみが求まると、見掛けの静的荷重が推定でき、静的設計が可能となる。

表-2 計測たわみと静荷重

呼び名	たわみ(mm)	静荷重(kN)	
A	1	3.5	0.118
	2	7.6	0.076
	3	14.0	0.059
B	1	2.0	0.228
	2	3.3	0.112
	3	6.5	0.088
C	1	0.9	0.263
	2	2.1	0.184
	3	3.6	0.122

落下高さ:50mm

4. まとめ

- 1) 桁のたわみは、桁の条件が同一の場合、動的最大荷重ではなく、動的載荷荷重の力積に比例することが明らかになった。
- 2) スパンが異なっても、入力荷重形状と、最大桁応力はほぼ同じになる。
- 3) 桁に同一たわみを生じさせる動的荷重は、静的荷重に比較して非常に大きくなる。
- 4) 動的載荷でのたわみはスパンの2 乗に比例する。また、たわみは桁のばね定数の約-0.6 乗に比例した。よって、小さな桁の動的試験のたわみから、大きな桁のたわみが推定できることになる。すなわち、模型桁の動的試験の結果から、動的荷重を受ける大きな桁の静的設計が可能になる。

参考文献

1) 中原一郎, 渋谷寿一, 土田栄一郎, 笠野英秋, 辻知章, 井上裕嗣; 弾性学ハンドブック, pp. 509-517, 朝倉書店, 2001.  
 2) 日本機械学会編: 機械工学便覧, 材料力学, p. A4-39, 2001.