

徳島大学工学部 正員 星 治雄
徳島大学工学部 正員 児嶋弘行
徳島大学工学部 正員 ○ 横田健一

はしがき

塑性解析の手段として 内力追跡法を採用し、各段階における弾性解析の手段として変形法を用いて、任意の荷重をうける 任意形式の格子構造の崩壊過程を、電子計算機によって自動的に追跡する試みは、こきに報告した。そこで本研究では、これを二、三の簡単な直交格子桁に適用し、3本主桁の格子桁模型を用いて載荷試験を行ない、弾性状態から最終的な崩壊状態になると推定されるまでのひずみ、および、なわみの変化を測定することにより、塑性関節のできる位置、順序、および、各段階における荷重強度を推定し、理論解析の結果と比較検討する。

1 模型格子桁の概要

1-1 模型格子桁の概要

実験に用いた桁の断面形は 図-1 に示すように主桁とも正方向箱形断面でその諸性質は表-1 のようである。

なお、曲げ剛性については、主桁とも 別個に 曲げ試験を行ない、実験より求めた値と 計算値とを比較した結果、横桁においては相当な差異があったので、理論解析には、実験結果より求めた値を採用した。

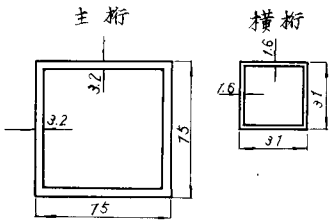


図-1 桁の断面寸法

1-2 構造形式

載荷試験は、3本主桁2横桁、および、3本主桁3横桁の直交格子桁について行なった。その構造形式を示すと図-2 のとおりである。主桁と横桁の連結は、箱桁の所要の位置、および、横桁に溶接した熔接板(図-3)にボルト孔を設け、ボルト締めを行なった。

支承部は、主桁の換りに対して固定、曲げに対しては単純支持とした。

表-1 桁の諸性質

	部材長(cm)	I (cm ⁴)	J (cm ⁴)	重量(kg)
主桁	120	79.121	118.45	54.000
横桁	90	2.2719	4.0659	4.776

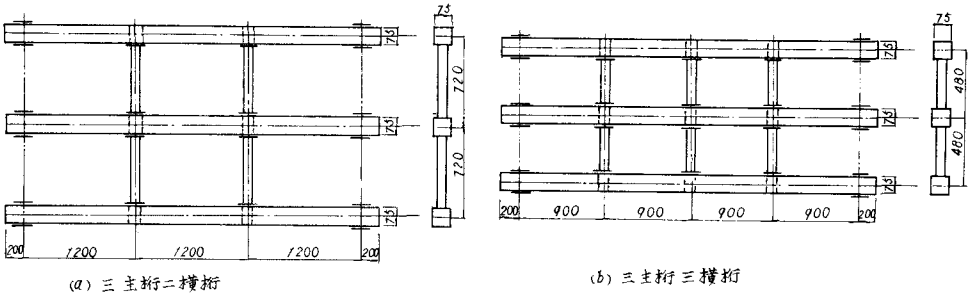


図-2 模型格子桁の構造形式

1-3 載荷装置、および、測定方法

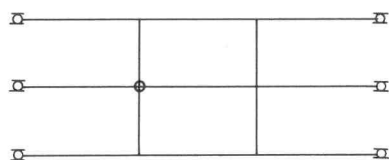
実験に対する載荷装置は写真-1に示すような枠組を用い、手動ジャッキによって特殊な剛枠を介して主桁上に載荷する。

ジャッキによる荷重の大きさは試験器によって較正された Proving Ring を使用し、載荷荷重は弾性範囲内では 100 kg づつ増加させ、理論解析により、最初に塑性ヒンジができると推定される荷重点から構造物が崩壊すると推定される荷重点までは、くわしく考察するため 50 kg づつ増加して行った。たわみの測定には $\frac{1}{100}\text{ mm}$ みの Dial Garge を使用し、ひずみの測定には P-109 型電気抵抗坑線歪計を用いた。

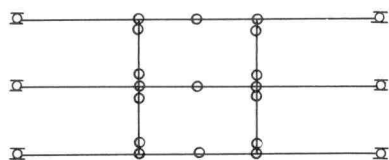
1-4 載荷点 および 測定位置

実験を行なった各種の構造形式に対する載荷点、な

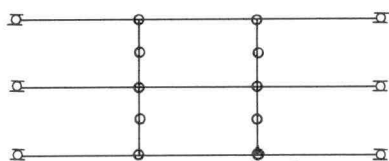
らびに、ひずみ および たわみの測定位置は図-4 および 図-5 のとおりである。



(a) 載荷位置



(b) 歪計位置



(c) ダイアルゲージ位置

図-4

三主桁二横桁の載荷点および測定位置

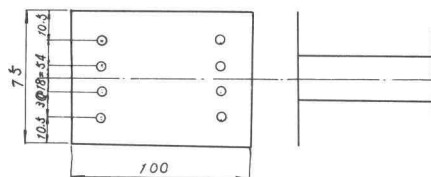


図-3

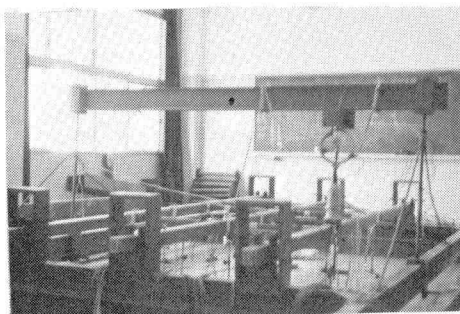
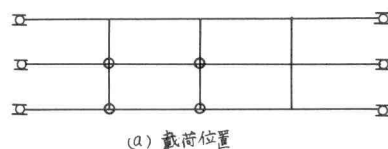
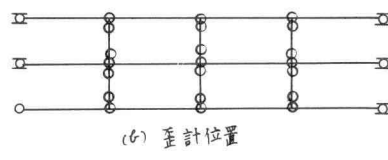


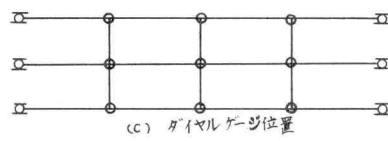
写真1



(a) 載荷位置



(b) 歪計位置

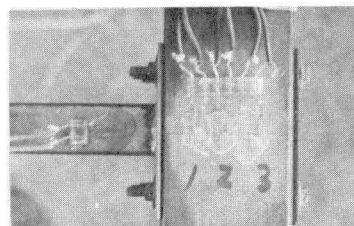


(c) ダイアルゲージ位置

図-5

三主桁三横桁の載荷点および測定位置

写真2



なお、応力測定のためのゲージは写真-2のように主桁については1断面につき上下フランジに各3枚、横桁については主桁の内側面より約 30 cm の所の上下フランジにそれぞれ1枚づつ貼付した。

2 実験結果による塑性ヒンジの発生する位置、順序、および 崩壊荷重の推定

一般に構造物のある点に塑性ヒンジが発生すると、構造形式が変わり、荷重の伝達方法が異なり、ひずみ、および、たわみの増加に変化が生ずると考えられる。

この点に注目して、実験結果より、各段階における荷重強度を推定するには、載荷試験による $P-\epsilon$ (荷重-ひずみ) 曲線、および $P-\delta$ (荷重-たわみ) 曲線から、その傾きの急変個所をみだし、その点に相応する荷重 P において、構造物のある点に塑性ヒンジが発生すると考える。

しかし、 $P-\epsilon$ 曲線、および、 $P-\delta$ 曲線より、直接、塑性ヒンジの発生する位置、順序、および、各段階における荷重強度を推定することは困難であるので、次の事柄を考慮した。

- すなわち、i) 塑性ヒンジを生ずる時の各段階における荷重強度は、理論解析により、塑性ヒンジが出来ると推定される部材の近くの測定点より求め、他の格点における測定値は塑性ヒンジによる影響が小さいとして省略した。
- ii) 載荷試験の結果、3主桁2横桁、3主桁3横桁ともに $P-\delta$ 曲線が、ほぼ、なめらかな曲線を示し、これより、各段階における荷重強度を推定することは困難であると思われる。したがって、比較的勾配の変化がよくあらわれている $P-\epsilon$ 曲線から塑性ヒンジの発生する位置、順序、および、各段階における荷重強度を求めた。

図-6(a) に示すように、三主桁三横桁の中央の桁に、偏心集中荷重が作用した場合を例にとり説明する。

理論解析より求めた、塑性ヒンジのできる位置、および、順序を示すと図-6(b) のようであるが、これよりわかるように、例題の格子桁は①～⑥の段階を経て、不安定構造となり崩壊する。実験結果より、第1段階の荷重強度を推定する、上述(i)より、塑性ヒンジの影響を受ける測点は、B-1、C-I-2、C-I-3の3個所と考えられる。

載荷試験より求めた、各部材の $P-\epsilon$ 曲線、および、勾配の急変する時の荷重強度を示すと図-7のとおりである。

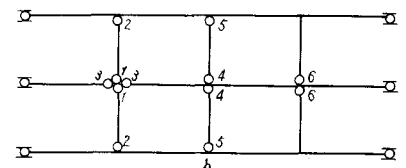
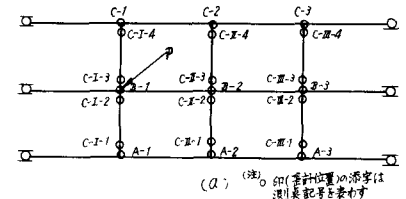


図-6 例題の骨組と塑性関節の位置および順序

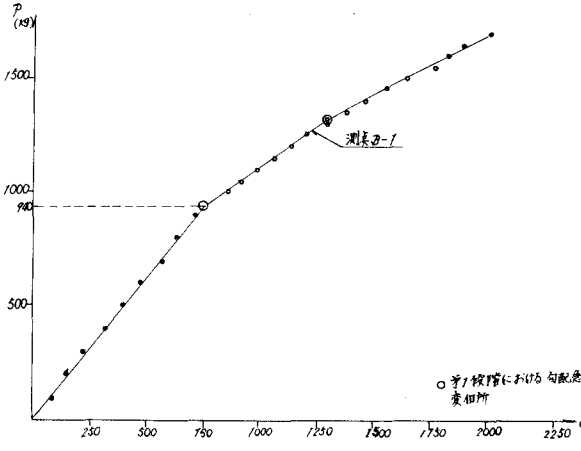
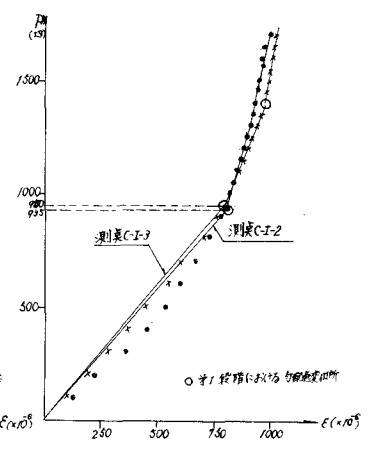


図-7 $P-\epsilon$ 曲線



これより、第1段階における荷重強度は、その平均値をとって 941.7 kg と推定される。第2段階～第6段階についても同様な手順で荷重強度を求め理論値とを対比すると表-2のようになる。

模型折実験を行なった各種の構造形式に対する塑性ヒンジのできる位置、順序、および、各段階における荷重強度の実験値と理論値との対比を示すと 図-8～図-11、および 表3～表-6 のようである。

表-2 例題の各段階での荷重強度

段階	計算値(kg)	実験値(kg)	実験値/計算値(%)
①	1047.0	942	89.9
②	1276.9	1193	93.4
③	1412.5	1460	103.4
④	1442.2	1435	100.9
⑤	1478.9	1440	97.4
⑥	1586.3	1460	92.0

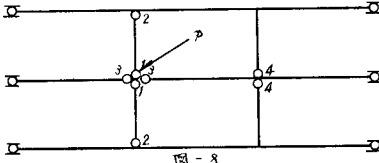


図-8

表-3

段階	計算値(kg)	実験値(kg)	実験値/計算値(%)
①	780.9	780.0	99.9
②	921.6	952.5	103.4
③	1063.9	1021.7	94.1
④	1065.2	1048.3	98.4

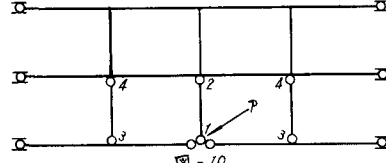


図-10

表-5

段階	計算値(kg)	実験値(kg)	実験値/計算値(%)
①	678.7	653	96.2
②	731.2	715	97.8
③	958.1	975	101.8
④	988.3	975	98.7
⑤	995.7	1033	103.7

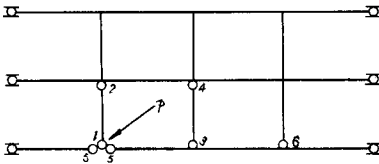


図-9

表-4

段階	計算値(kg)	実験値(kg)	実験値/計算値(%)
①	823.4	833	101.4
②	863.1	833	96.3
③	1054.8	1072	101.7
④	1104.0	1075	97.4
⑤	1156.1	1135	98.2
⑥	1194.5	—	—

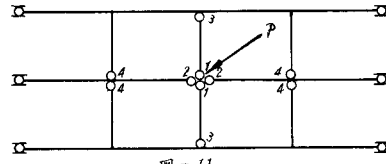


図-11

表-6

段階	計算値(kg)	実験値(kg)	実験値/計算値(%)
①	966.0	925	95.8
②	1263.0	1210	95.8
③	1266.7	1260	99.9
④	1359.0	1315	96.8

むすび

模型格子折の載荷試験より求められる P - δ 曲線を用いて、塑性ヒンジの生ずる位置、順序および、各段階における荷重強度を推定したが、内力追跡法による理論解析の結果と比較的よく一致した。これは、荷重強度の推定に際して、塑性ヒンジの生ずる位置、および順序をあらかじめ、理論解析より仮定しえたからである。2,3 の桌で塑性ヒンジのできる順序が異なるのは、載荷方法、支装装置、および、主桁と横桁の連結方法などの実験上の不備のためと思われる。今後一層改良を加えたい。

参考文献

米沢博：土木学会論文集 NO 65 1959 PP 10~15

倉西正嗣：極限設計法 オーム社