

石川島播磨重工業 正員 結城 皓 曠
 “ 正員 松下 貞 義
 “ 正員 安藤 紘 三

1. まえがき

桁高が高く、また主桁間隔が桁高に比べて大きな二主桁橋では主桁の横方向の安定のため通常用いられる横構や対傾構のかわりに他の構造を採用することがある。例えばゴールデンホーン橋(桁高5.5M, 主桁間隔24.4M)の場合は主桁の横方向の変位と主桁の垂直スチフナーと横桁およびこの両者をつなぐニブレースで構成される“フレーム”によって拘束している。このようなフレームは通常の対傾構と比べて剛性が小さく主桁の横倒れに対する変形拘束の効果が異なることが考えられるので設計に際しては従来の対傾構設計の経験だけでなく種々の検討を加える必要がある。すなわち主桁の横倒れ座屈に際してフレーム自身が先に座屈したり崩れかいたりしないこと主桁はフレームの支脚部が部となって所要の座屈強度を確保できるようにフレームの剛性、強度を決定しなければならぬ。

ここではゴールデンホーン橋の場合について、とくにカンテレバーエレクション時の負荷状態を対象に、1/8スケールの模型を用いて載荷実験を行い、下フランジの横倒れ座屈を記述し、そのときのフレームの挙動について調べたのでその概要を報告する。

2. 試験体と試験方法

試験体は図-1に示すように支脚スパン8.25M張出しスパン7.5Mで先端に油圧ジャッキで載荷してカンテレバーエレクションの状態を表わしている。なお実験は載荷方向の都合で上下を逆転し

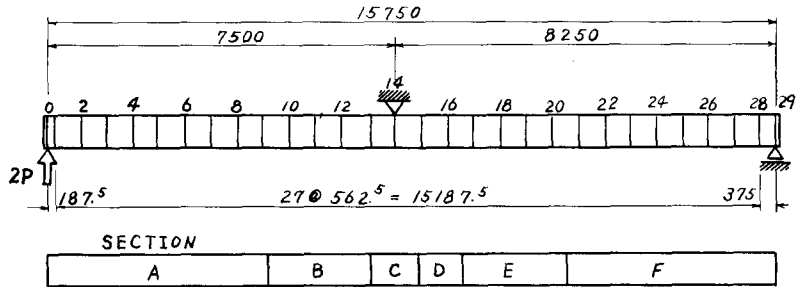


図-1

てフランジが上側、デッキが下側になっている。断面は図-1に示すようにA~Fの6つの変断面(ただし断面の種類は5とあり)となっており詳細は図-2および表-1に示している。両主桁を結合するフレームは図-2のとおりでニブレースはパイプを採用している。このフレームが図-1に示すpoint番号1~28のうち14を除いて27ヶ所に配置されている。point 14は中間支脚でここではフレームを用いないで板構造の剛性を採用している。またpoint 0は載荷点、29は端支脚である。なお中間支脚14ではフランジの鉛直、水平変位を拘束し、端支脚29でデッキ面を支け鉛直、水平変位を拘束している。材料はフランジはSM58, ウェブおよびウェブとフランジの隅部のコーナプレートはSM50

相当、他は50枚と使用している。試験体全体と写真-1に示している。こゝは端点突側から見ている。

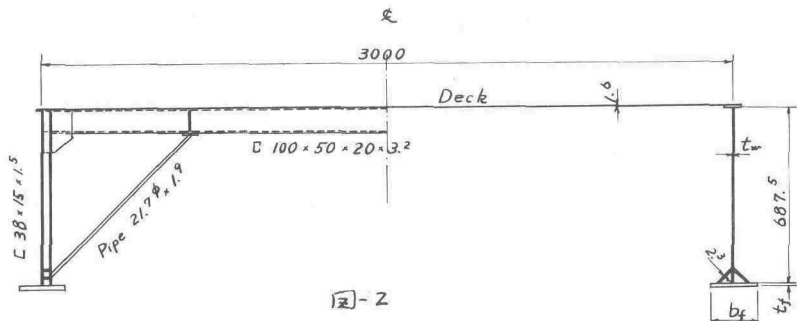


図-2

| SECTION | A | B, D | C | E | F |
|--------------|------|------|------|------|------|
| b_f | 160 | 160 | 160 | 145 | 124 |
| t_f | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 5.5 | 5.5 |
| t_w | 2.3 | 3.2 | 3.2 | 2.3 | 2.3 |
| Cover 巾. | ナシ | ナシ | 70x5 | ナシ | ナシ |
| ∇ の r | 41.0 | 41.0 | 37.2 | 36.8 | 31.8 |

表-1

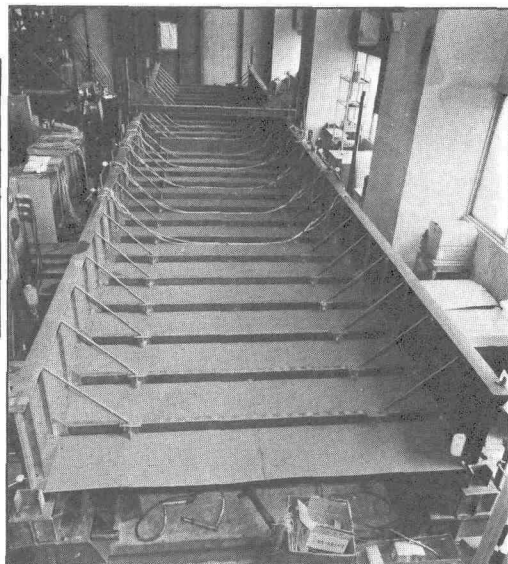


写真-1

3. 実験結果

3-1 実験I

ニープレースの間隔を図-1の通り配して載荷した。こゝととの初期たわみ(フランジの直線性)

は図-3のように最大4.5mmである。P=6.25 tonまで載荷し主桁の一部が降伏し始めたがニープレースには最大100μの歪が24桁に発生したか全く発生しなく。こゝで中止した。こゝととの荷重-荷重率の値を図-4に示す。こゝで計算値はSchade¹⁾に従ってデュークの有効効率が77%としたものが実験値がこゝより大きいのはウエブの細長比が215, 295と大きく、またウエブの初期たわみが大きく板厚の約3倍もありウエブの効率が悪かったためと思われる。

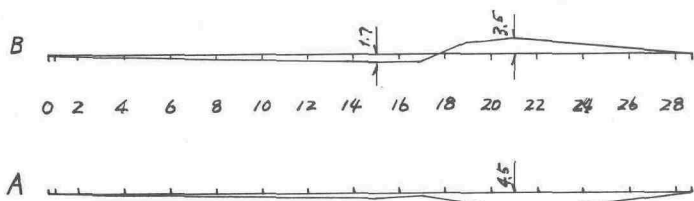


図-3

3-2 実験II

上の実験終了後ニープレースの間隔をA, B桁とをpoint 1, 2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 27, 28のみ残して切断し、ニープ

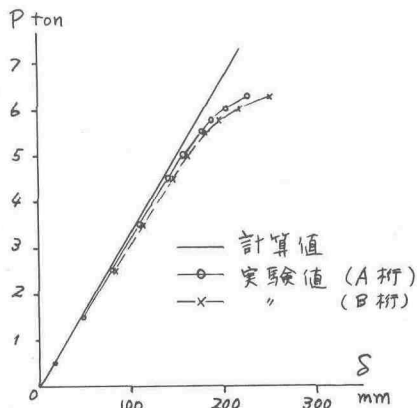
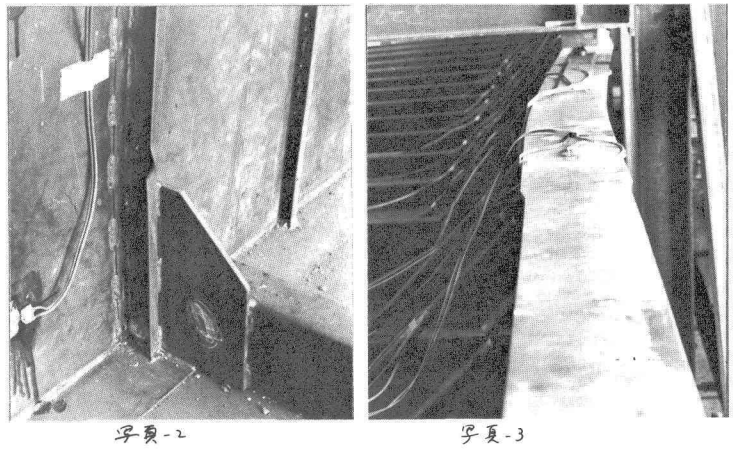
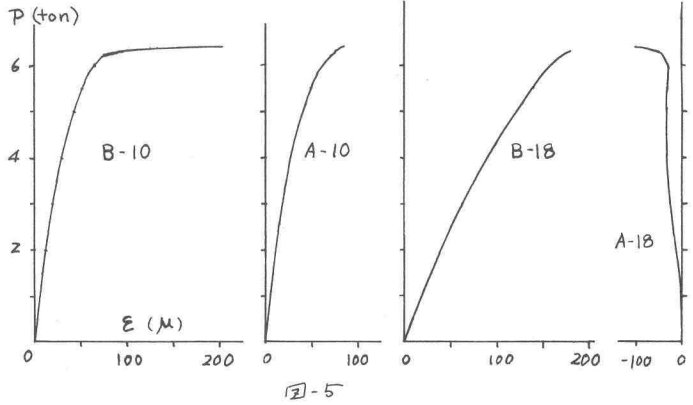


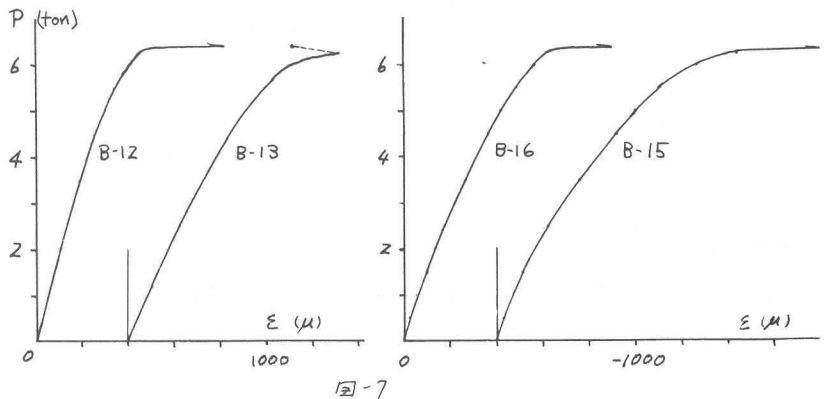
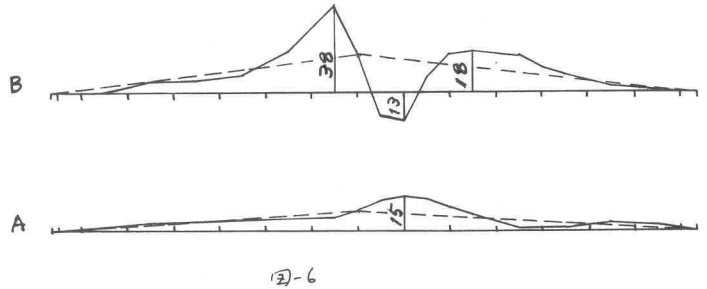
図-4

ブレースの間隔を4倍にした。
 たゞし接桁、重直スチフナーの
 間隔は元のままである。この試
 験体に載荷し $P=6.4 \text{ ton}$ でB桁
 のみが座屈した。このときのニ
 ーブレースの荷重歪は図-5のよ
 うに最大 200μ 程度で異常はみ
 とめられない。しかしニーブレ
 ースの点 15, 16, 17 では
 重直スチフナーの接桁との接続
 部付近で写真-2のように局部座
 屈がみられた。座屈モードはA
 桁の鉛直方向の変形が少ない点
 の全体にわたるような形で、こ
 の形状は後の図-6と同様
 である。



3-3 実験Ⅲ

実験Ⅱ終了後 B桁のニーブレ
 ースを全部溶接しなおし、A桁
 は point 1, 27 以外 奇数番号の
 点で切断し、図-6のような前の
 実験の残存歪形を初期たわみと
 して載荷した。このときの B桁
 側のニーブレースには図-7のよ
 うに初めから歪がみられ $P=6.$
 37 ton で point 15, 16 のニーブレ
 ースが座屈(写真-4)し
 13では重直スチフナー
 との溶接が破断した。



3-4 実験IV

実験IIIに続いて、B桁を補修、補強し、A桁のニーブレースを荷重桌附近のpoint 1, 2 および端支桌附近の27, 28のみを残し、他を全部切断し、支持フレームは横桁と垂直スラフナーのみとして載荷した。初期たわみは前の実験の残留たわみで図-8のとおりである。この結果 $p = 6.0 \text{ ton}$ でA桁が座屈し、垂直スラフナーは前出の写真-2のように局部座屈した。座屈モードは図-9のように実験IIのものより波長は長くなる。

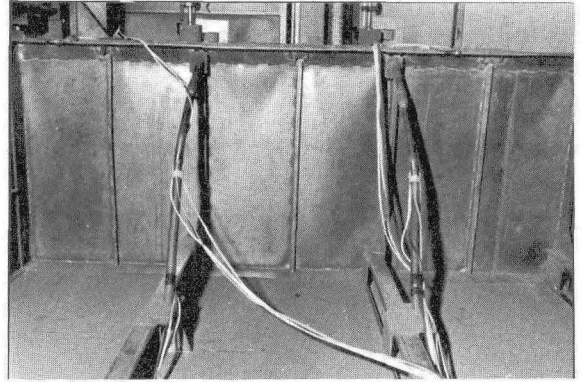


写真-4

3-5 実験-V

前述の試験体から1フレーム分を輪切りに切り出し、フランジ部を両側から引張器で荷重と変形の関係を求めるバネ常数を計算した。その結果ニーブレースのある場合

$$k = 51.72 \text{ kg/mm}$$

ニーブレースのない場合は

$$k = 7.41 \text{ kg/mm}$$

であった。

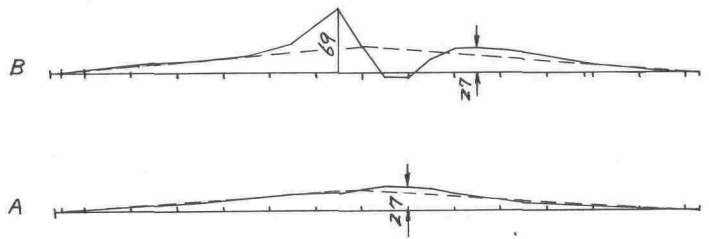


図-8



図-9

4. まとめ

ゴールテンボーン橋の場合について主桁橋の覆倒れ座屈とフレームの挙動について実験を行ったがニーブレースの間隔が 562.5 mm のときは主桁が脆性域に達してニーブレースには大きな応力が発生しなかった。しかし大たわみ初期変形を与えると応力が増えこの部分が座屈して破れ出すことがある。またニーブレースがない場合にはフレームの剛性、強度が小さいため座屈モードはこの奥で部とほらなで変形し主桁の垂直スラフナーに曲げが作用し局部座屈を起すことがわかった。ここでは一実験について報告したがこの種のフレームの最適間隔、剛性、強度については非線形な理論解析や実験がさらに必要と思われる。

本実験を進めるに当たり大阪大学前田教授への指導、財源を賜、たこと記し感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) C. H. Schade, The Effective Breadth of Stiffened Plating under Bending Loads, Transaction of SNAME, 1951