

大阪市立大学工学部 正会員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正会員 北田 俊行
 日本電子計算(株) 正会員 田中 克弘

大阪市建設局土木部 正会員 下田 健司
 松尾橋梁(株) 正会員 明田 啓史
 大阪市立大学工学部 学生員 ○辻野 竜介

1. まえがき 本研究で対象としている千歳橋は、大阪市大正区の尻無川に架かる橋梁であり、1999年に完成予定である。本橋は、主径間部 260m をブレースド・リブ・アーチとし、また側径間部 105m を曲線トラス構造とした橋長 364.93m の、特殊な橋梁である。本研究においては、この橋梁に活荷重、および風荷重が作用する場合を想定し、プログラム EPASS¹⁾ を用いて弾塑性有限変位解析を行った。そして、それらの結果により、対象橋梁が道路橋示方書²⁾ で期待されている安全率を上回る実安全率を有していることを確認するとともに、終局強度特性、および終局限界状態に至るまでの挙動を明らかにする目的のもとに研究を行った。

2. 解析モデルの概要 千歳橋を三次元骨組構造物にモデル化するに当たっては、アーチ構造、およびトラス構造の主要部材を弾塑性有限変位挙動がシミュレートできる箱型断面梁・柱要素でモデル化した。図-1 には、その解析モデルを示す。

また、基本荷重は、死荷重(D)、活荷重(L)、プレストレス力(PS)、および風荷重(W)の 4 種類に限定した。図-2、および図-3 には、これらの荷重の載荷方法を示す。そして、これらの荷重を表-1 に示す 2 つのケースに組合せ、それらに対する弾塑性有限変位解析を比例載荷のもとに行った。同表中の α は、設計荷重に対する倍率に相当する(以下、荷重パラメータという)。

3. パラメトリック解析の結果とその考察

(1) 終局限界状態における荷重パラメータ α_u の値

終局限界状態時の各荷重組合せケースに対する荷重パラメータ α_u (以下、終局荷重パラメータという) を、表-1 に示す。この表によると、載荷ケース 1 では α_u の値が道路橋示方書で期待されている安全率に対応する荷重パラメータ $\alpha_{req} = 1.7$ を上回り、またケース 2 でも同様に $\alpha_{req} = 1.36$

(=2.23/1.25) を上回っているため、いずれの場合も、所定の安全率を満たしていることがわかる。したがって、対象橋梁は、これらの荷重に対して、十分な強度を有することがわかる。また、図-4、および図-5 には、終局限界状態における変形モードを示す。

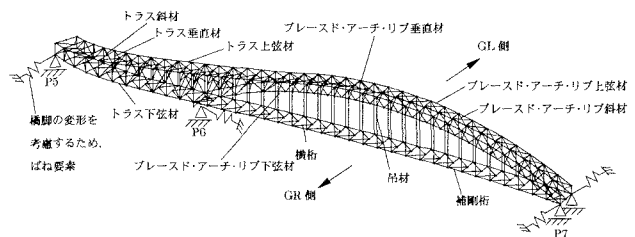


図-1 解析モデル (各構造部と部材の名称)

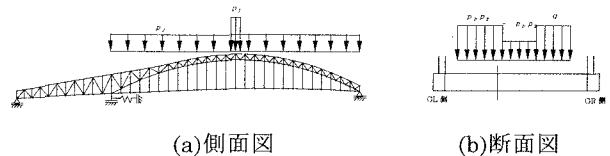


図-2 活荷重 L の載荷状態

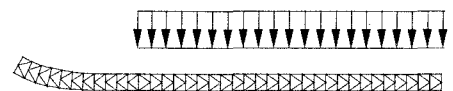


図-3 風荷重 W の載荷状態

表-1 終局状態におけるパラメータ α_u

載荷ケース	荷重の載荷条件	α_u	α_{req}	$\frac{\alpha_u}{\alpha_{req}}$
1	$\alpha(D+PS+L)$	2.67	1.7	1.57
2	$\alpha(D+PS+W)$	2.23	1.36	1.64

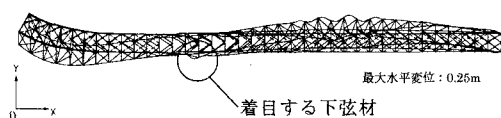


図-4 終局限界状態における変形モード（活荷重）



図-5 終局限界状態における変形モード（風荷重）

(2)荷重パラメーター変位曲線，および荷重パラメーター軸方向力曲線 図-6 に示す荷重パラメーター変位曲線は，中間支点近傍におけるブレースド・アーチ・リブの下弦材の 3 つの節点に対するものである．節点番号 1314，および 1315 はこの下弦材の両端部，また 8154 はその中間点に相当する（図-4 中に，それらの部位を示す）．図-6 より明らかなように， $\alpha_u=2.67$ においては，このブレースド・アーチ・リブの下弦材が柱として座屈し，アーチ橋全体が終局限界状態に至っている．図-7 には，曲線トラス部分の中間支点近傍のトラス上弦材に対する荷重パラメーター軸方向力曲線を示している（図-5 中に，その部位を示す）．図-7 によると，この曲線には，荷重パラメータ $\alpha=1.71$ の荷重レベルまで，強い線形性が認められる．図中に示す $N_u/N_p=0.997$ の値から判断すると，この部材は，引張で全塑性降伏状態に達している．その後，アーチ・クラウン近傍のブレースド・リブ・アーチの下弦材が圧縮で全塑性軸方向力に至り，アーチ橋全体は，終局限界状態に至っている．

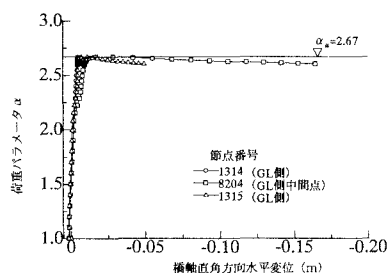


図-6 荷重パラメーター変位曲線（活荷重）

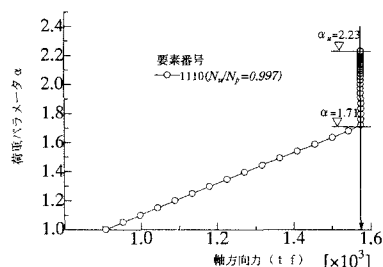


図-7 荷重パラメーター軸方向力曲線（風荷重）

4.まとめ 本研究により得られた主な成果は，以下のとおりまとめられる．

(1) 死荷重(D)，および活荷重(L)を作用させた場合

終局荷重パラメータは， $\alpha_u=2.67$ となり，道路橋示方書で期待されている安全率 1.7 を上回っている．したがって，対象橋梁は，活荷重に対して十分安全であることが示せた．また，終局限界状態に至るまでの挙動は，まず $\alpha=1.9$ 程度でアーチ・クラウンにおけるブレースド・アーチ・リブの上弦材の降伏によって，圧縮部材に非線形が生じ始める．つぎに， $\alpha=2.2$ 程度で，ブレースド・アーチ・リブが全体座屈を起こし始め，構造全体の非線形性が生じ始める．そして， $\alpha=2.67$ では，アーチ・クラウン近傍におけるブレースド・アーチ・リブの上弦材に著しい塑性領域の進展が生じる．最後には，中間支点上近傍におけるブレースド・アーチ・リブの下弦材も柱として座屈し，アーチ橋全体が終局限界状態に至ることを明確にした．

(2) 死荷重(D)，および風荷重(W)を作用させた場合

終局限界パラメータは， $\alpha_u=2.23$ となり，道路橋示方書で期待されている安全率 1.36 ($=1.7/1.25$) を上回った．したがって，対象橋梁は，風荷重に対して十分安全であることが示せた．終局限界状態に至るまでの挙動をみると， $\alpha=1.7$ 程度まで対象橋梁の剛性が強い線形性を呈し， $\alpha=1.7$ で中間支点上近傍におけるブレースド・アーチ・リブの上弦材が全塑性引張状態となった．その後アーチ・クラウン近傍におけるブレースド・アーチ・リブの下弦材が圧縮で全塑性軸方向力に達し，アーチ橋全体が終局限界状態に至っている．

参考文献

- 1) EPASS 研究会：EPASS マニュアル，利用編（解説），1991 年 9 月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅰ.共通編，Ⅱ.鋼橋編，1996 年 12 月．