

V型斜材を有するニールセン・ローゼ橋の耐荷力に関する検討

松尾橋梁(株)

正 員 河原裕樹

松尾橋梁(株)

正 員 明田啓史

大阪市立大学大学院工学研究科

正 員 北田俊行

大阪市立大学大学院工学研究科

正 員 山口隆司

松尾橋梁(株)

正 員 引口 学

1. まえがき

支間中央にV型の剛な斜材を有し、その基部の横桁および頂部の上横繋ぎ材から形成するラーメン構造により、アーチ部材の面外剛性を高めたニールセン・ローゼ橋について、弾塑性有限変位解析により有効座屈長の妥当性、およびV斜材の効果について検討している。

2. 有効座屈長と照査断面

本検討に用いた骨組構造解析モデルを図-1に示す。従来よりアーチ部材の断面決定にあたっては、面内有効座屈長として吊材間隔、面外有効座屈長として上横繋ぎ材間隔を採用して設計されている場合が多い¹⁾。しかし、本橋においてはアーチ面内にV斜材を有しており、従来から採用されている有効座屈長を適用するとアーチ部材が不経済となる。このため、弾性座屈解析により面外有効座屈長を $0.26L$ (L :アーチ部材の軸線長)と定め、これにより決定された断面に対し弾塑性有限変位解析を行い、この有効座屈長の妥当性について検討した。

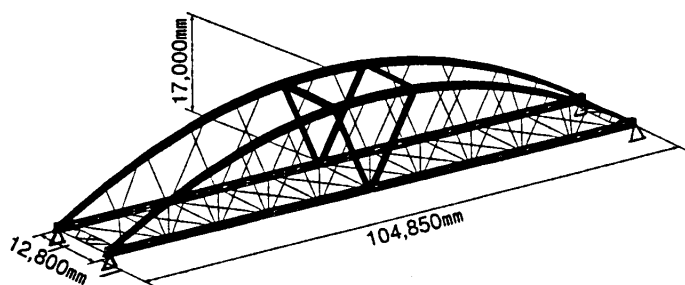


図-1 骨組構造解析モデル

3. 解析モデル

解析にあたっては、弾塑性有限変位解析プログラムEPASS²⁾を用いた。

橋梁全体の耐荷力に影響を及ぼすと考えられるアーチ部材、補剛桁、上横繋ぎ材、およびV斜材は弾塑性体とし、その他の部材は弾性体としてモデル化した。またアーチ部材の耐荷力に着目するために、補剛桁については弾性体とするケースも考えた。

アーチ部材の初期たわみは1次モードから3次モードまでの3種類を設定した。

荷重は死荷重(D)、ケーブルプレストレス(Ps)、活荷重(L)、および風荷重(W)について考慮し、つぎの2つの組み合わせを想定した。

1) $\alpha(D+Ps+L)$

2) $\alpha(D+Ps+W)$

α : 荷重倍率

なお、解析においては荷重倍率 α を比例増させ、最大の α である終局荷重パラメータ α_u を求めた。

また、上横繋ぎ材の効果を確認し、これを省略した形式の可能性を探るため、上横繋ぎ材を配置しないモデルについても解析した。

表-1には、全解析ケースを示す。

4. 解析結果

4.1 初期たわみ波形 表-2には、初期たわみ波形をパラメータとした解析ケースCase1~3における終局荷重倍率 α_u を示す。初期たわみ波形が高次モードになるにつれて α_u は小さくなっているが、その差異は微小であり、初期たわみ波形の差異が橋梁全体の耐荷力に及ぼす影響は小さいといえる。

表-1 設定した解析ケース

解析ケース	荷 重	初期たわみ波形	補剛桁要素	上横繋ぎ材
Case-1	D+Ps+L	sin半波×1 (1次モード)	弾塑性体	あり
Case-2	D+Ps+L	sin半波×2 (2次モード)	弾塑性体	あり
Case-3	D+Ps+L	sin半波×3 (3次モード)	弾塑性体	あり
Case-4	D+Ps+L	sin半波×3 (3次モード)	弾性体	あり
Case-5	D+Ps+W	sin半波×1 (1次モード)	弾塑性体	あり
Case-6	D+Ps+W	sin半波×1 (1次モード)	弾塑性体	なし

キーワード：ニールセン・ローゼ橋、V斜材、弾塑性有限変位解析、有効座屈長

〒590-0977 堺市大浜西町3 松尾橋梁(株) 橋梁事業本部 設計部 TEL 072-223-2691 FAX 072-223-2690

3. 2活荷重時 Case-3 および 4 の結果について、図-2には着目点と変位方向、図-3には荷重倍率-変位関係を示す。Case-3 では、橋梁全体が線形的に挙動する限界は $\alpha_v = 1.95$ 程度であり、道路橋示方書³⁾で必要とされる安全率 1.7 を十分に確保していることがわかった。主構全体を弾塑性体とした場合、アーチ部材については面外変形の増加は見られたが座屈には至らず、補剛桁が全塑性となり終局状態に至っている。アーチ部材単独の耐荷力についても、Case-4 の結果にみられるように、道路橋示方書で期待する安全率 1.7 を十分に確保していることが分かった。

4. 3風荷重時 Case-5 の結果について、図-4には荷重倍率-変位関係を示す。橋梁全体の剛性が急激に低下する荷重倍率は 2.0 程度であり、安全率 1.7 を十分に確保している。風荷重時についても活荷重時と同様、終局状態は補剛桁断面の全塑性により決定されており、アーチ部材は全塑性には至っていないことがわかった。

4. 4上支材を配置しない場合

Case-6 の結果について、図-5には荷重倍率-変位関係を示す。図より $\alpha_v = 1.4$ となり、安全率 1.7 を下回る結果となった。これより、上横繋ぎ材は耐荷力に大きく寄与していることがわかった。本解析モデルはV斜材の面外剛性については特別に考慮していないため結果のとおりとなったが、V斜材の頂部がアーチ部材の固定点になりうるように設計すれば上横繋ぎ材を省くことは可能であると考えられる。

5. まとめ

1) 活荷重あるいは風荷重作用時ともに、対象とした橋梁全体の耐荷力は道路橋示方書で要求される安全率 1.7 を確保していることがわかった。

2) 同形式の橋梁ではアーチ部材の面外有効座屈長を $0.26 L$ としてよい。

3) 上横繋ぎ材が無い場合は安全率 1.7 を下回るが、V斜材の面外剛性を上げて設計を行うことで、上横繋ぎ材を省略した構造形式を適用できる可能性があることがわかった。

表-2 異なるたわみ波形に対する終局荷重パラメータ α_u

解析ケース	α_u
Case-1	2.62
Case-2	2.61
Case-3	2.59

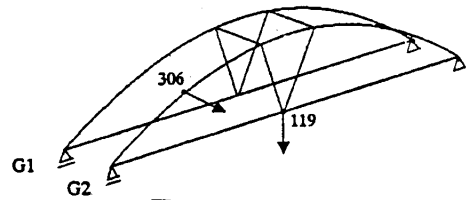


図-2 着目点番号

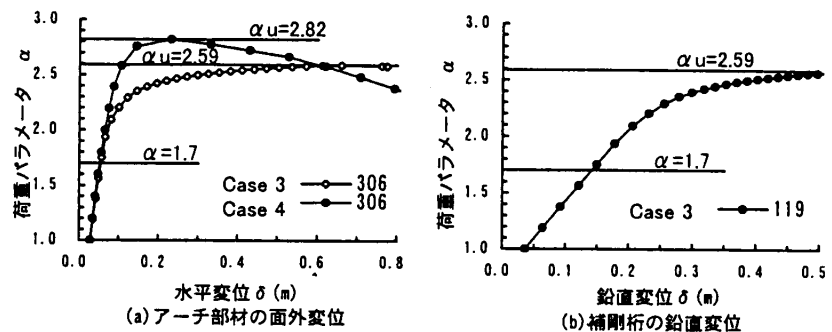


図-3 $\alpha - \delta$ 関係(Case-3, 4)

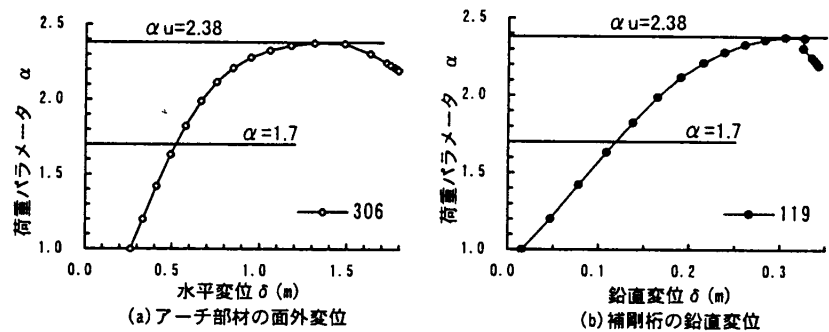


図-4 $\alpha - \delta$ 関係(Case-5)

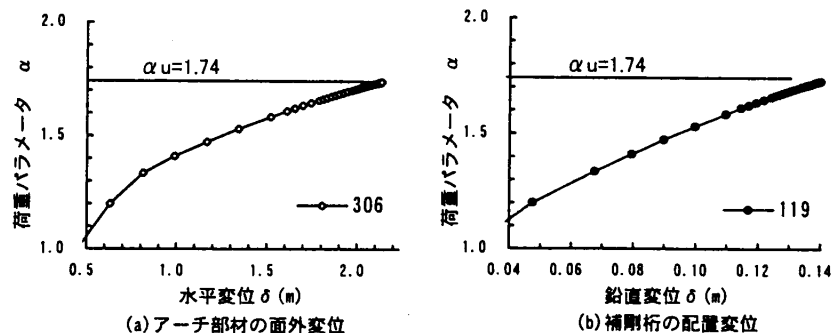


図-5 $\alpha - \delta$ 関係(Case-6)

参考文献

- 1) 関西道路研究会・道路橋調査研究委員会：コンピュータによる鋼橋の終局強度解析と座屈設計，1998年2月
- 2) EPASS 研究会：EPASS マニュアル，利用編（解説），1991年9月
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋編，1996年12月