

開断面箱桁橋架設系の耐荷力解析

大阪大学工学部 学生員 川村暁人 NKK 正会員 加藤久人
大阪大学大学院 フェロー 西村宣男

1. まえがき

平成7年10月に建設省より出された「鋼道路橋設計ガイドライン(案)」を受けて、鋼道路橋の設計・製作・架設の合理化・省力化が進められている。それらの成果の1つに合理的・経済的な構造として開断面箱桁橋が注目されつつある。本構造では、従来の箱桁に比べ上フランジにおける鋼重や材片数を大幅に削減でき製作が容易かつ経済的である。しかし景観上の配慮から、この構造のウェブは外側に開いて傾斜している逆台形断面であるために、架設時は上フランジにコンクリート重量による橋軸直角方向の水平力が発生し、上フランジとウェブに局部的な座屈が起こることが懸念される。そこで本研究では、開断面箱桁橋の基本設計¹⁾を参考に代表断面をモデル化し、弾塑性有限変位解析によりコンクリート床版打設時の挙動を追跡し、全体横ねじれ座屈及びウェブの局部座屈に対する安定性について検討する。

表 - 1 断面諸元

2. 全体座屈に対する安定性の検討

2.1 解析モデル

| b_{fu} | h | b_{fl} | t_{fu} | t_w | t_{fl} | b_v | t_v | b_h | t_h |
|----------|------|----------|----------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 600 | 2676 | 3000 | 24 | 17 | 18 | 300 | 17 | 180 | 19 |

(mm)

桁の全体的な挙動を追跡するため

立体骨組構造の弾塑性有限変位解析プログラム(NAFRAM)¹⁾を用いた。初期たわみ及び支間長をパラメータとして全体座屈に対する安定性について検討する。断面諸元は表-1に示す。単純桁を対象に骨組要素でモデル化している。初期不整については、残留応力は考慮せず、初期たわみのみを考慮する。初期たわみについては、支間にわたり水平面内で正弦半波形を与え、その最大縦距は平均値相当の $L/2000$ と下限値相当の $L/1000$ の2ケースとした。荷重は合成前死荷重を想定して、全橋長にわたり等分布荷重を節点荷重として载荷している。鋼種は SM570 である。解析パラメータは支間長及び初期たわみの最大縦距とし、初期たわみ最大縦距 $L/2000$, $L/1000$ どちらも支間長 50m と 100m の2ケースに対して解析を行った。

2.2 解析結果

支間中央断面図心位置での荷重 - 変位関係を図-1に示す。縦軸は作用荷重 p を降伏荷重 p_y で無次元化した値をとっている。ここに、 p_y は上フランジ上縁が降伏し始める荷重である。最大縦距 $L/2000$, $L/1000$ とともに支間長の増加による安全率の低下はほとんど見られなかった。

また、初期たわみ最大縦距 $L/1000$ の方が $L/2000$ に比べ変位が大きいが安全率の低下はほぼ見られない。このことから支間長及び初期たわみの最大縦距は極限強度に影響を及ぼしていないことが分かる。また、全てのケースに対して全体横ねじれ座屈のような不安定現象は見られず、全断面が塑性化することにより崩壊に至っている。

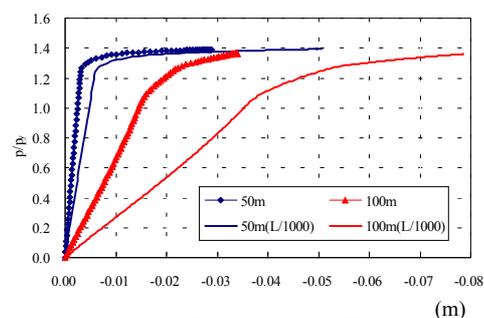


図 - 1 荷重 - 水平変位関係図

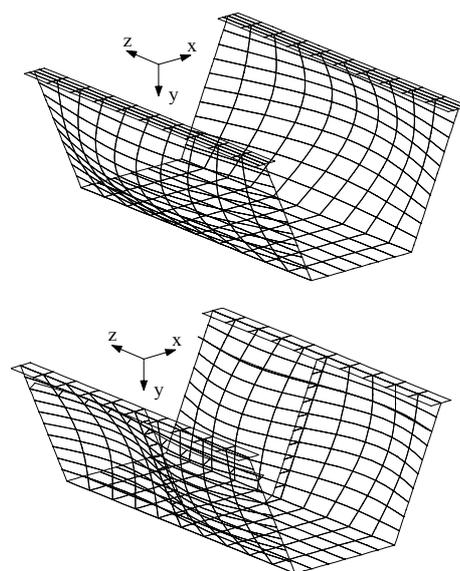


図 - 2 初期たわみ波形

キーワード：開断面箱桁橋，架設系，座屈

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL：06-6879-7599 FAX：06-6879-7607

3 . 局部座屈に対する安定性の検討

3 - 1 . 解析モデル

桁の局部的な挙動を追跡できる骨組と立体ブロックの結合モデルによる弾塑性有限変位解析プログラム (OLFRAM) ²⁾ による解析を行う .コンクリート床版(幅:10.35m ,厚さ:26cm) 打設時における安定性を検討する .断面諸元は第 2 節と同様である .支間長 55m の単純梁で解析を行い ,支間中央部 5m をシェル要素でモデル化し ,残りは骨組要素でモデル化している .シェル要素の両端は剛性が高いので ,両端にダイヤフラムがあるものとして扱っている .初期不整については残留応力は考慮せず ,初期たわみのみ考慮する .初期たわみ波形は ,シェル要素にのみウェブに水平面内で正弦半波形を与え ,最大縦距は 1/1000 (1:半波形の長さ) である .支間中央断面における初期たわみ波形の様子を図 - 2 に示す .荷重は全橋長にわたり等分布荷重を載荷している (図 - 3) .

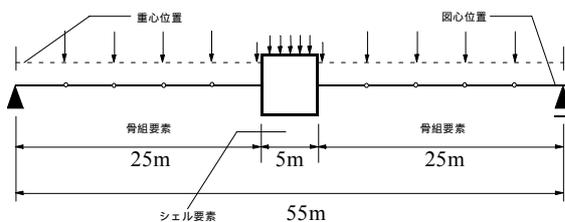


図 - 3 解析モデル図

3 - 2 . 解析結果

解析は補剛材の本数及びダイヤフラム間隔をパラメータとして解析し ,安定性を検討している .表 - 2 にそれぞれのケースの極限強度を示す . p_y は上フランジ上縁が降伏しはじめる荷重で , p_d は設計荷重である .図 - 4 は case-A ~ D の荷重 - 変位関係図である .着目している節点は支間中央の上フランジとウェブの結合点である .図 - 5 は極限強度時におけるシェル要素の変形図である .上フランジ及びウェブに大きな変形が生じていて ,局部座屈の傾向が見られる .水平補剛材を取り付けることによって ,ウェブ等に表れていた変形は大きく低減される .垂直補剛材間隔を密にするよりも ,水平補剛材を取り付けたほうが強度は大きく上がり ,より大きな補剛効果が得られている . また ,垂直補剛材を用いない場合でも ,水平補剛材のみでダイヤフラム間を 8m まで伸ばしても耐荷力の観点では架設時に必要な安全率を満たしている .

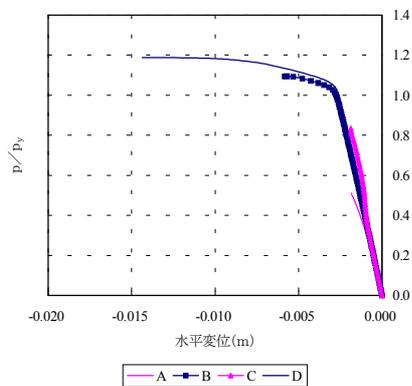


図 - 4 荷重 - 変位関係図

表 - 2 解析結果

| 解析ケース | 水平補剛材 | 垂直補剛材 | シェル要素間 | P_b | P_d | P_y | P_b/P_d | P_b/P_y |
|-----------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-----------|-----------|
| case-A | 0段 | 0 | 5 | 78.61 | 74.09 | 153.84 | 1.06 | 0.51 |
| case-B | 1段 | 0 | 5 | 167.69 | 74.09 | 153.84 | 2.26 | 1.09 |
| case-C | 0段 | 1 | 5 | 127.69 | 74.09 | 153.84 | 1.72 | 0.83 |
| case-D | 1段 | 1 | 5 | 183.07 | 74.09 | 153.84 | 2.47 | 1.19 |
| case-B-5 | 1段 | 0 | 5 | 167.69 | 74.09 | 153.84 | 2.26 | 1.09 |
| case-B-8 | 1段 | 0 | 8 | 155.38 | 74.09 | 153.84 | 2.10 | 1.01 |
| case-B-10 | 1段 | 0 | 10 | 115.53 | 74.09 | 153.84 | 1.56 | 0.75 |
| case-C | 0段 | 1 | 5 | 127.69 | 74.09 | 153.84 | 1.72 | 0.83 |
| case-C-v3 | 0段 | 3 | 5 | 138.91 | 74.09 | 153.84 | 1.87 | 0.90 |
| case-D | 1段 | 1 | 5 | 183.07 | 74.09 | 153.84 | 2.47 | 1.19 |
| case-C-v3 | 1段 | 3 | 5 | 196.40 | 74.09 | 153.84 | 2.65 | 1.28 |

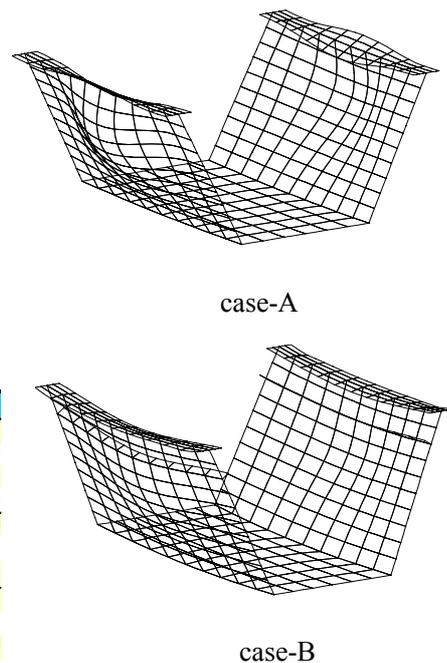


図 - 5 シェル要素変形図

4 . 結論

- ・ 代表断面の主桁安定性解析より ,全体横ねじれ座屈に対する安全性を検討した .
- ・ 腹板の局部座屈を確認した後 ,水平及び垂直補剛材の補剛効果について確認した .

参考文献

- 1) Komatsu, S ., Nishimura, N ., and Ohno, M .: Effects of local deformation on the ultimate behavior of ladder-like plate girder bridges, Tech, Rept. Osaka Univ ., Vol. 32, 1982 .
- 2) 吉田信博: 鋼薄肉部材の連成座屈強度特性と強度評価式, 大阪大学修士論文, 平成 2 年 2 月