

延長床版のノージョイント化により生じる応力集中の改善策の数値的検討

Numerical Evaluation of Stress Concentration and Improvement of Extension Floor Deck without Joint

秋葉翔太*
Shota AKIBA

*構造強度学研究室（指導教員：岩熊哲夫 教授）

橋梁ジョイント部分は、伸縮装置の破損や雨水流入によって主桁の劣化等を引き起こす弱点の一つであり、ノージョイント化が望ましいと考えられる。本研究では、延長床版をノージョイント化の際にコンクリート床版に生じる応力集中の発生箇所や大きさを、接触問題として有限要素解析してその緩和策を検討する。床版端部の応力集中部分の構造詳細や材料および延長床版部の鉄筋量や底版のゴム量等を変更することによって応力集中の改善度を定量的に評価し、その結果に基づきより現実的な床版厚のノージョイントモデルを提案する。

Key Words: Non-Jointification, Extend Floor Slab, FEM analysis

1. まえがき

伸縮装置の破損や雨水流入による主桁の劣化等を防ぐひとつの方法として、ノージョイント化が考えられる。実用化されているものにはダブル埋設ジョイント¹⁾や延長床版がある。短径間や剛性の大きい橋梁の場合にはインテグラルアバット²⁾やミニ延長床版³⁾の実績もあるが、前者の場合には背面土にも工夫が必要となる。我々は延長床版システムのノージョイントモデル⁴⁾を提案し、有限要素解析によって安全性を検討してきたが、本研究では床版厚をさらに薄くする改良案を提案する。

2. 解析モデル

文献⁴⁾で用いた実橋の簡易モデルを基本とし、構造詳細を改善することにより現実的なノージョイント化を試みる。有限要素モデルは、アーチ主構造は梁要素、補剛桁と床版はシェル要素とソリッド要素を用いてモデル化した。境界条件も文献と同じとし、その基本的モデルを図-1に概説した。解析には、汎用有限要素構造解析ソフトNX NASTRANを用い、床版面の接触等を考慮した静的線形弾性接触解析を行なった。弾性解析における強度照査の基準値は、コンクリートは30MPaの設計基準強度の許容曲げ圧縮応力の11MPaとした。また引張側は、床版コンクリートの許容ひび割れ幅⁵⁾から算定される鉄筋の引張強度87.5MPaを基準とする。作用は文献¹⁾を参考にし、橋梁の死荷重と床版面へのL荷重に加えて、底版と橋台を除く全構造要素への±25°Cの温度荷重とした。

3. 床版桁端部周辺の構造検討

(1) 基本モデル

はじめに図-1の基本モデルにおいて床版厚を450mmから350mmに変更し、床版厚を小さくした時に生じる応力集中の大きさと発生箇所を確かめた。このとき図-2に示した照査位置（奥行き方向の位置は場所によって異なる）で生じる最大応力を表-1に示した。表のL荷重位置は、桁の左端から p_1 分布荷重の左右端の位置を示している。鉄筋の引張の最大値は延長床版部上面で生じている。この結果から、床版の桁端部周辺および延長



図-1 基本のノージョイントモデルの概略図(単位:mm)

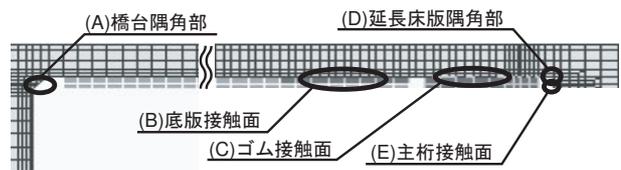


図-2 圧縮応力の照査位置

表-1 基本モデルの解析結果

| 照査位置 | 応力 (MPa) | 温度 | L 荷重位置 (m) |
|------|----------|-------|------------|
| A | -11.11 | +25°C | 60-70 |
| B | -12.97 | +25°C | 0-10 |
| C | -10.98 | +25°C | 10-20 |
| D | -12.96 | +25°C | 10-20 |
| E | -30.21 | +25°C | 10-20 |
| 鉄筋 | 72.87 | -25°C | 0-10 |

床版下面に発生する圧縮応力を低減させる必要があり、桁端部周辺の構造や材料の変更や、延長床版部への鉄筋の追加、および底版ゴムの長さの変更等の検討が必要と考えられる。

(2) 応力集中箇所へのゴムの追加

点Eの応力集中は、その周辺の材料と形状の急変が原因と考えられる。そのため、図-3に示す応力集中部を単純に除去したところ、点D,Eに生じる応力を低減できることが分かったので、次にこの除去した箇所にゴムを

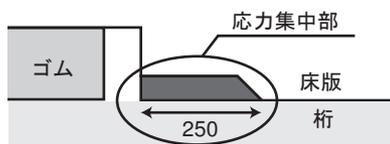


図-3 点E周辺の応力集中部分の概略

表-2 点E付近をゴムに置換

| 照査位置 | 応力 (MPa) | 温度 | L 荷重位置 (m) |
|------|----------|-------|------------|
| A | -11.12 | +25°C | 60-70 |
| B | -13.05 | +25°C | 0-10 |
| C | -10.95 | +25°C | 10-20 |
| D | -6.42 | +25°C | 10-20 |
| E | -5.12 | +25°C | 20-30 |
| 鉄筋 | 73.46 | -25°C | 0-10 |

表-3 鉄筋を追加

| 照査位置 | 応力 (MPa) | 温度 | L 荷重位置 (m) |
|------|----------|-------|------------|
| A | -11.02 | +25°C | 60-70 |
| B | -12.09 | +25°C | 0-10 |
| C | -10.68 | +25°C | 10-20 |
| D | -12.56 | +25°C | 20-30 |
| E | -28.19 | +25°C | 10-20 |
| 鉄筋 | 73.64 | -25°C | 0-10 |

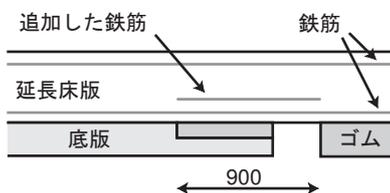


図-4 延長床版部分に追加した鉄筋の概略図

設置した。その解析結果を表-2に示したが、これによって点D,Eに生じる応力集中を大幅に改善できた。

(3) 延長床版部への鉄筋の追加

次に、点Eは元のままとして図-4に示すように、延長床版部下面の鉄筋のみを増やした場合の結果を表-3に示す。これによって点B,Cに生じる圧縮応力を低減できた。ただし、追加する鉄筋の量が多過ぎると、点Cの圧縮応力は低減するものの、点D,Eの圧縮応力は大きくなるのがわかった。

(4) 底版ゴム長の改訂

また、底版のゴムの量の影響についても検討した。点Eの状況や延長床版部の鉄筋量は変えずに、底版のゴムの長さのみを800mmから底版長の1/3, 1/2, 2/3および全幅に変更した場合を比較した結果を表-4に示す。底版に置換するゴムの量を増やすことで、点A~Dに生じる圧縮応力が低減することがわかった。

表-4 底版のゴムの量の変更 (単位: MPa)

| 位置 | 800 mm | 1/3 | 1/2 | 2/3 | 全幅 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| A | -11.12 | -11.07 | -10.99 | -10.65 | -10.53 |
| B | -13.01 | -12.29 | -11.41 | -11.41 | -11.40 |
| C | -10.99 | -10.18 | -9.31 | -9.30 | -9.27 |
| D | -17.22 | -15.76 | -14.58 | -11.23 | -11.23 |
| E | -30.24 | -28.93 | -27.80 | -27.83 | -27.85 |
| 鉄筋 | 72.87 | 69.48 | 66.87 | 65.33 | 65.52 |

表-5 これまでの改良を加えた上で底版ゴムの量を検討した結果 (単位: MPa)

| 位置 | 800 mm | 1/3 | 1/2 | 2/3 | 全幅 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| A | -11.12 | -11.06 | -11.00 | -10.53 | -10.53 |
| B | -12.07 | -11.52 | -10.67 | -10.68 | -10.67 |
| C | -10.59 | -9.76 | -8.92 | -8.91 | -8.90 |
| D | -6.33 | -6.65 | -5.75 | -5.75 | -5.74 |
| E | -5.36 | -5.05 | -4.74 | -4.74 | -4.79 |
| 鉄筋 | 73.64 | 70.26 | 65.74 | 67.48 | 66.11 |

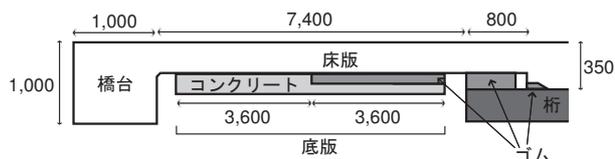


図-5 提案するノージョイントモデルの概略図 (単位:mm)

4. 結論

最後に、前節の(2),(3)の改良をした上で、底版ゴムの量を検討した結果を表-5に示す。置換するゴムの長さを底版長の半分以上にすると、発生する圧縮応力を許容値以内に収められることがわかった。ゴム量をできるだけ少なくした提案を図-5に示す。

床版端部の構造詳細や材料を変更し、延長床版の一部にさらに鉄筋を増やし、底版ゴムの量を変更することによって、床版厚が現実的な大きさでもノージョイント化が可能であることを示すことができた。

参考文献

- 財団法人高速道路技術センター：平成16年度橋梁ジョイント構造の設計・施工に関する技術検討, 2005.
- 岩崎信正, 天満真士, 新平信幸, 小枝芳樹, 小林義信, 栗田章光: 欧州におけるインテグラルアバット橋のデザインガイド(上), 橋梁と基礎, Vol.46, No.10, pp.26-31, 2012.
- 鈴木裕二, 東田典雅, 清水尚志: 既設橋の桁端漏水対策, 橋梁と基礎, Vol.46, No.11, pp.17-21, 2012.
- 塚田宗政, 岩熊哲夫, 斉木功: 床版橋台側のノージョイント化に関する数値解析的検討, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.58A, pp.1084-1097, 2012.
- 土木学会: コンクリート標準示方書, 設計編, 2007.

(2013年2月12日提出)