

## 8. 再発防止策

### 8. 1 橋梁の斜角と定着に伴う桁端部切欠き形状の影響の検討（2次元弾性FEM解析）

橋梁の斜角と定着に伴う桁端部切欠き形状が、コンクリート圧縮応力に及ぼす影響を把握するため、2次元弾性FEM解析により検討を行った。

#### (1) 解析ケース

##### 1) 斜角の影響 (MODEL 1 ~ MODEL 4)

本橋で使用した定着工法における定着具最小間隔である 270mm および定着部間のテーパ角を固定し、斜角をパラメータ ( $\theta=90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$ ) として解析を行った。

##### 2) 突起部縁端距離の影響 (MODEL 5 ~ MODEL 7)

斜角  $45^\circ$  および定着部間のテーパ角を固定し、支圧板からの縁端距離をパラメータ ( $L=20\text{mm}$ ,  $40\text{mm}$ ,  $60\text{mm}$ ) として解析を行った。

##### 3) テーパー角の影響 (MODEL 8 ~ MODEL 10)

斜角  $45^\circ$  および支圧板からの縁端距離 ( $L=0\text{mm}$ ) を固定し、定着部間のテーパ角をパラメータ ( $\alpha=10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ) として解析を行った。

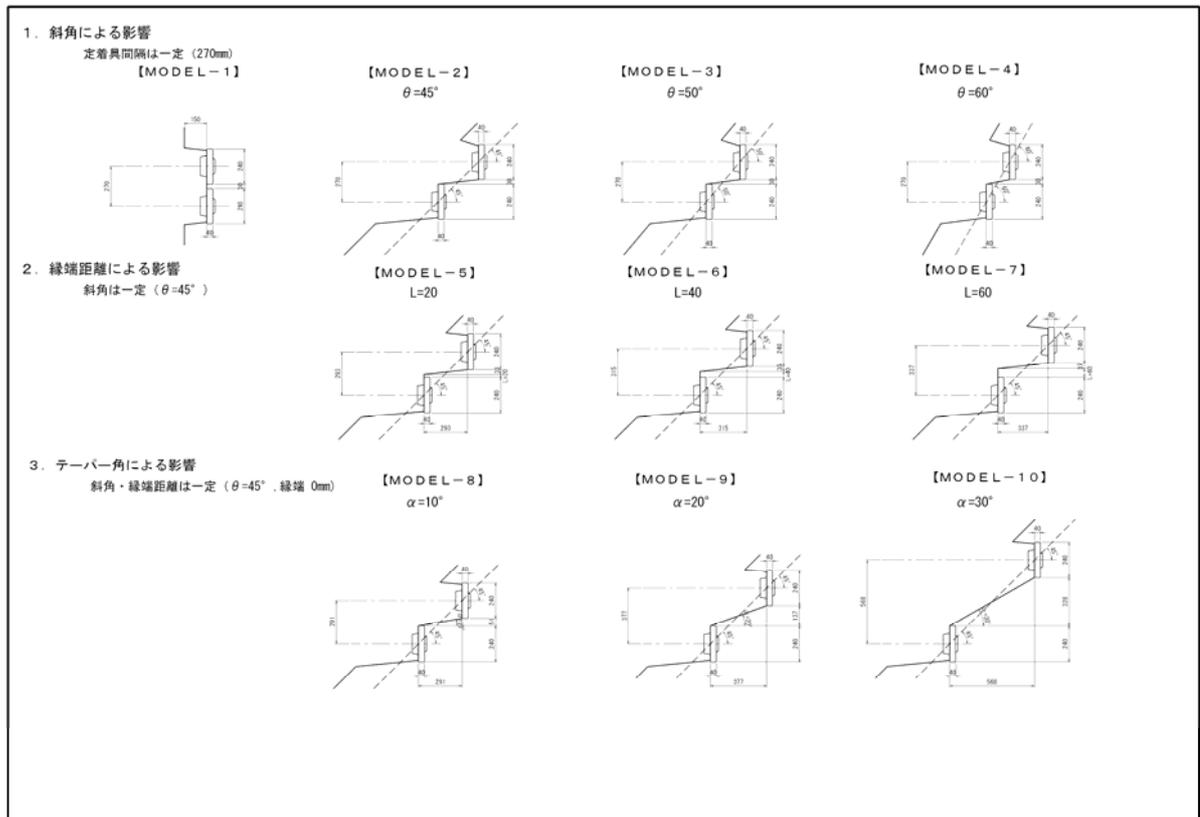


図 8-1-1 解析ケース

## (2) 解析条件

### 1) 解析モデル

3次元FEMモデルの範囲と同程度とした。

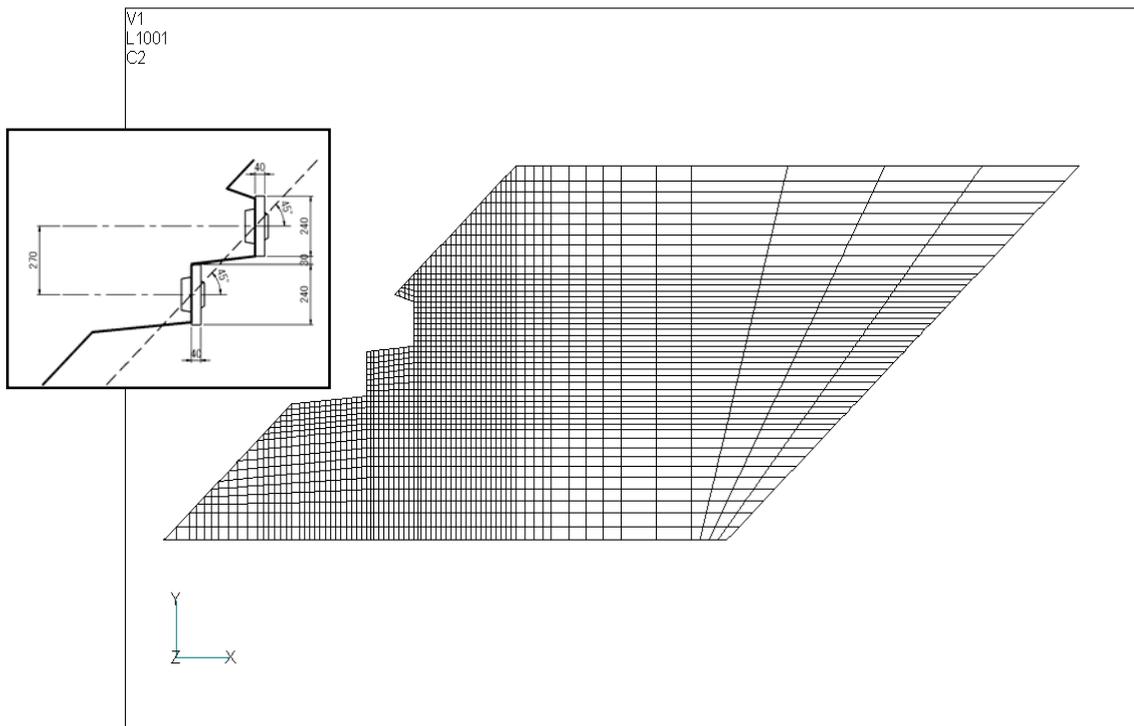


図 8-1-2 解析モデル

### 2) 物性値

#### ① コンクリート

- ・ 圧縮強度  $\sigma_{ck}=31$  (N/mm<sup>2</sup>)
- ・ ヤング係数  $E_c=28300$  (N/mm<sup>2</sup>)
- ・ ポアソン比  $\rho=0.167$

#### ② 支圧板

- ・ ヤング係数  $E_s=200000$  (N/mm<sup>2</sup>)
- ・ ポアソン比  $\rho=0.300$

### 3) 使用要素

- ・ コンクリート 平面ひずみ要素
  - ・ 支圧板 平面ひずみ要素
- コンクリートと支圧板間は剛結とした。

### 4) 拘束条件

モデル背面の X, Y 方向の並進方向の変位を拘束した (3D 解析と同じ)。

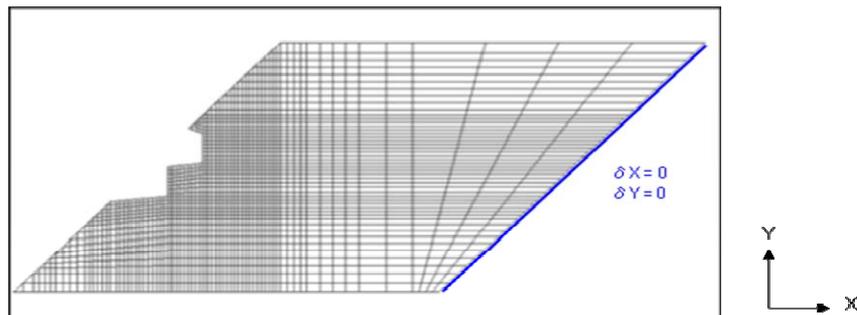


図 8-1-3 拘束条件

## 5) 荷重条件

1 箇所あたりの定着荷重は、事故時の導入張力とした。

$$P=53\text{Mpa} \times 30 = 1590\text{kN}$$

F E M解析(単位厚で解析)での載荷荷重：

$$1590 \times 1000 / (240 \times 240) = 27.604 \text{ (N/mm)}$$

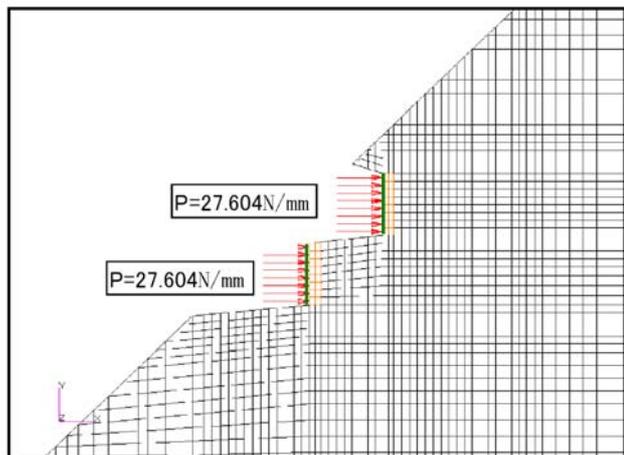


図 8-1-4 荷重条件

## 6) 使用プログラム NASTRAN

### (3) 解析結果

#### 1) 圧縮応力度の分布状況

図 8-1-5 に圧縮応力度の分布状況を示す。

##### a) 斜角の影響

定着具間に段差があり、かつ縁端距離を確保していない場合には、斜角の程度に関わらず、突起部全体に大きな圧縮応力度が発生しており、定着部の段差を包絡するような分布状況となっている。検討を行った 3 ケースでは圧縮破壊に対する安全性を確保できる構造とは言い難いものと判断される。

##### b) 縁端距離の影響

縁端距離  $L$  を徐々に大きく確保することによって、突起部内に発生する圧縮応力度の分布形状が、水平面に単独で緊張した場合の圧縮応力度の分布形状、すなわち同心円状の分布形状に近づき、特に縁端距離  $L=40\text{mm}$  以上確保した場合において、その傾向が顕著となることが確認できる。なお、本橋で採用したフレシネー工法の最小縁端距離は、 $L=60\text{mm}$  に相当する。

##### c) テーパー角の影響

縁端距離を確保していない場合においても、テーパー角  $20^\circ$  以上を確保すれば、b) の縁端距離  $L=40\text{mm}$  以上確保した場合と同様の圧縮応力度の分布形状となることが確認できる。

以上のことから、縁端距離やテーパー角に配慮することで、定着部の破壊に対する安全性を高めることができると判断される。(図 8-1-5 □色印内のケース)

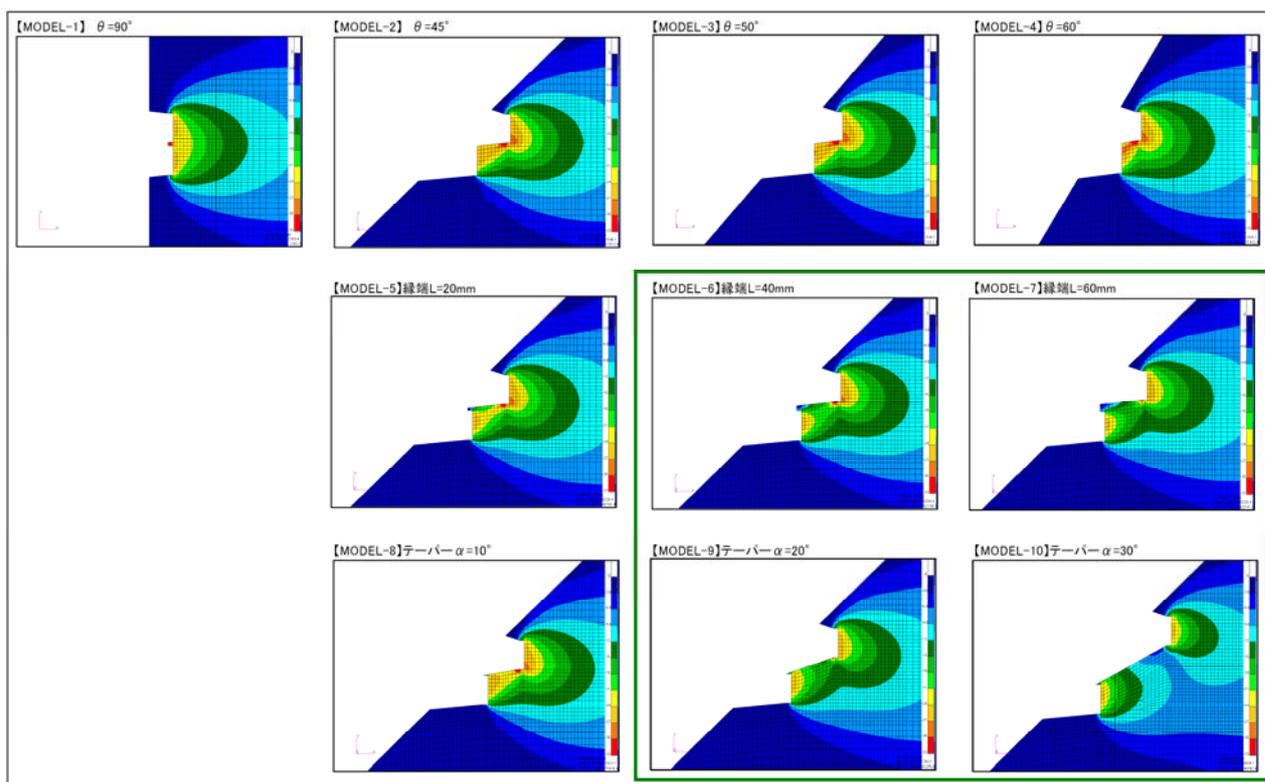


図 8-1-5 圧縮応力度の状況

## 2) 引張応力度の分布状況

図 8-1-6 に引張応力度の分布状況を示す。

大きな引張応力度が発生している部位は、①斜角の影響、②縁端距離の影響、③テーパ角の影響の解析ケースに共通して、3次元 FEM 解析と同様に、支圧板側面である。これは、支圧板とコンクリート面との接触条件、すなわち剛結合のために発生するものである。

支圧板背面に引張応力度が発生しているケースは、②縁端距離の影響を解析した【MODEL6】及び【MODEL7】であった。

【MODEL6】及び【MODEL7】は、圧縮応力度の分布形状が単独で定着した場合の分布形状に近い解析ケースで、特に同心円状の分布が顕著となっている解析ケースである。

引張応力は、圧縮応力が伝達されて拡がる際に発生したものと考えられる。そのため、使用する定着工法で示されたグリッド筋等の補強鉄筋を適切な位置に確実に配置することが必要と考えられる。

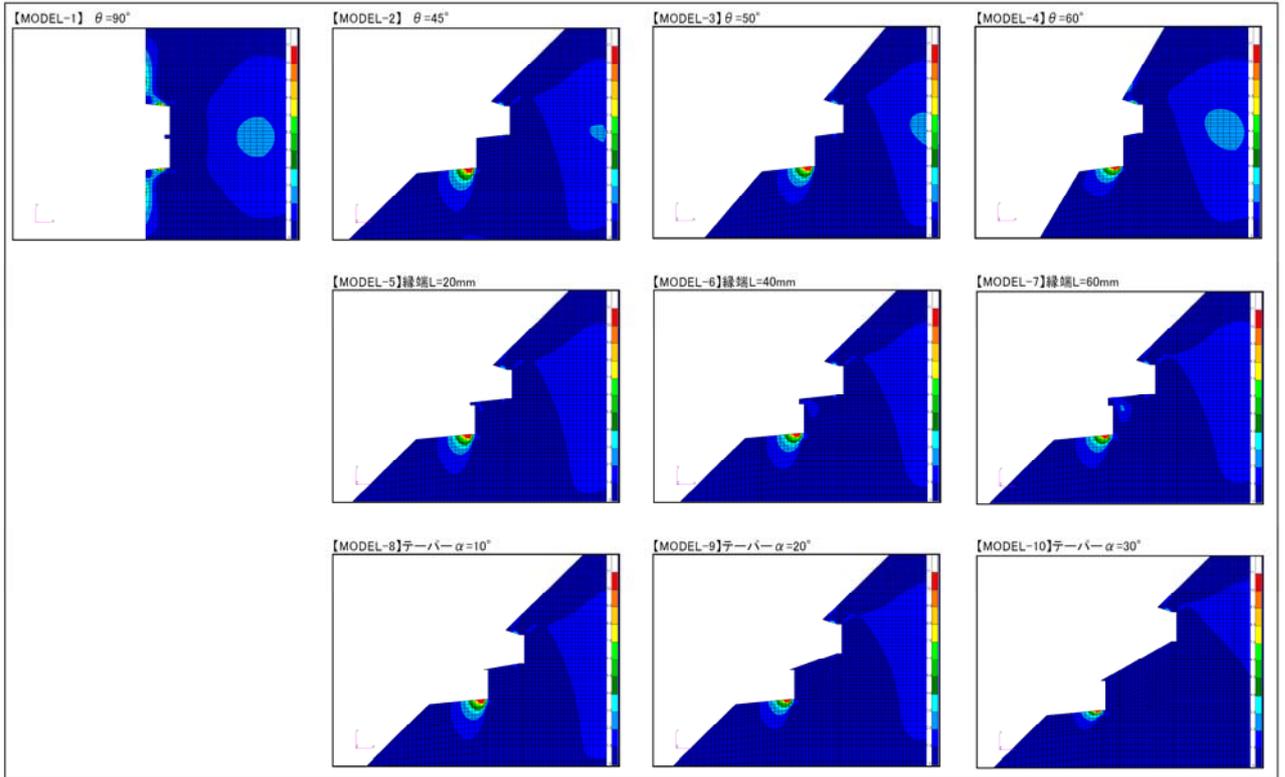


図 8-1-6 引張応力度の状況

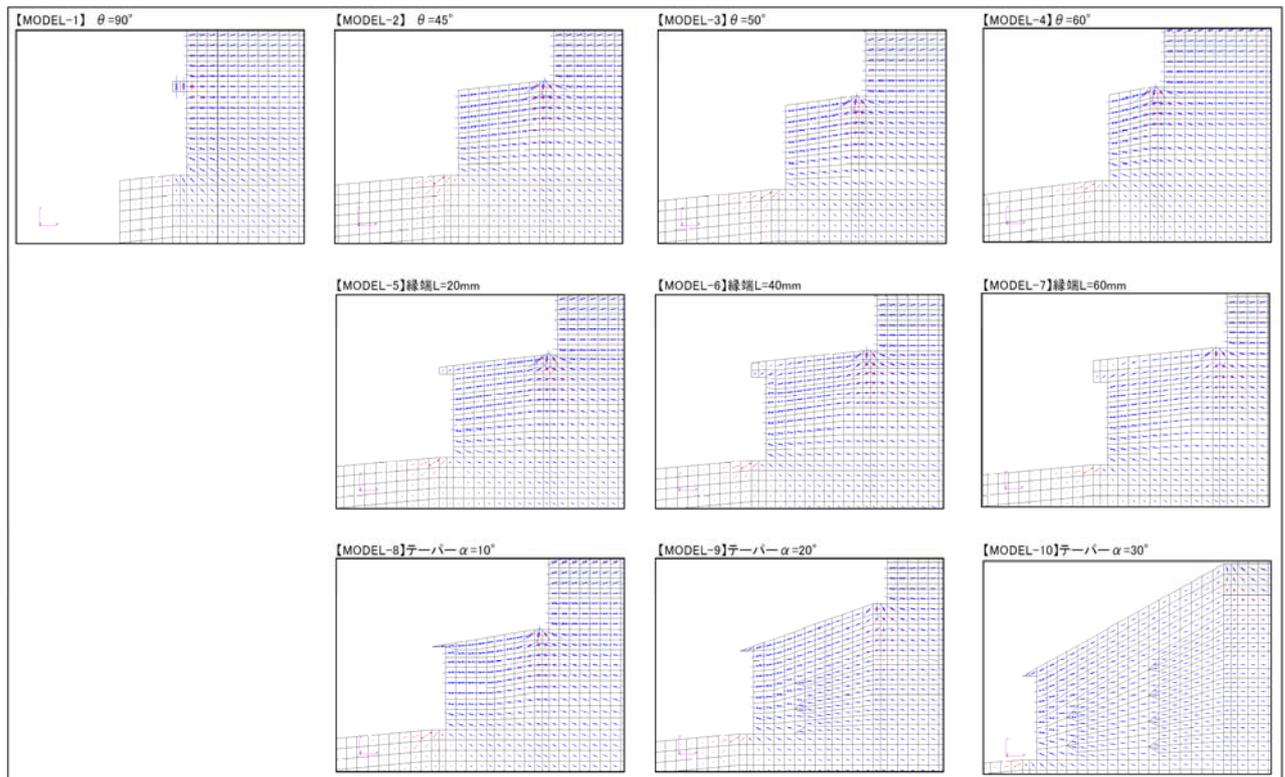


図 8-1-7 主応力の方向

## 8. 2 再発防止策の提言

大宮川橋梁工事事故に関して、以下のとおり再発防止策を提言する。

### (1) 斜角に起因して定着面が階段状となる場合のPCケーブル定着部の設計

設計にあたっては、各定着工法に規定された基準を満足することはもとより、緊張力に対する応力条件を考慮して、既存の知見や一般に設計技術者が参考とすることができる技術資料、技術基準類を応用することにより、安全性に十分に配慮すること。

#### 1) 定着部の形状

段差からの縁端距離や段差面のテーパ角を十分に確保するなど、コンクリートに過度の圧縮応力が生じないように定着部の形状を設定すること。

#### 2) 補強筋の配置

部材の中間における切欠き定着や突起定着に準じた配筋を行うなど、コンクリートの引張応力に対して十分な補強筋を適切に配置すること。

また、補強筋の配置に関する詳細図（平面図、側面図、正面図）を作成のうえ、その配置を明示し、確認すること。

### (2) PCケーブル定着部の施工

緊張力に対する応力条件および施工性の観点から十分に設計照査を行ったうえで、施工にあたっては、設計照査後の定着部の設計形状、補強筋の配置を遵守すること。

また、万一、施工上補強筋が設計どおりに配置できない場合は、設計者を交えた協議を行い、局部破壊防止のための補強筋配置方法を明確にしたうえで施工すること。

### (3) 事故の周知

設計、施工に関わる業界および発注者となる公的機関に対し、本橋の事故に関する情報を周知すること。