

破断特性制御型支承サイドブロックの構造提案

帝国建設コンサルタント 正会員 ○坂井田 実

阪神高速道路公団 正会員 鈴木 威

大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

川口金属工業 正会員 吉田 雅彦

日本橋梁 正会員 坂下 清信

大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行

1. はじめに

兵庫県南部地震の後に見直された橋梁の耐震設計基準には、「供用期間中の発生確率が高い地震動（レベル1地震動）」と「供用期間中の発生確率は低いが大きな強度を持つ地震動（レベル2地震動）」の二つの地震動を考慮することが規定されるとともに、免震設計についての条文が追加された¹⁾。

免震設計を適用する上で、過大な地震時慣性力を下部工に作用させず、かつレベル1地震動で伸縮継手を破壊させないためにジョイントプロテクターの役割は重要である(図-1)。

支承サイドブロックはジョイントプロテクターとしての機能を担っているが、上限強度（破壊強度）を意識した設計がほとんどなされていないのが現状であり、特に全水平方向に免震効果を期待する設計を行う場合には確実に破断するジョイントプロテクターが必要である。

本論文は、支承サイドブロックの破断特性を制御できる構造について提案するものである。

2. 従来のサイドブロック構造の問題点

従来のサイドブロックは、ノッチや貫通孔による断面縮小部の曲げ降伏で設計されるノッチ破断型や貫通孔型のほか、サイドブロックのセットボルトのせん断強度で設計されるボルトせん断型が一般的である。しかし、曲げ降伏設計では、破断時までの変位が大きく、ボルトせん断型では、破断後にベースプレートのめねじ内に残るおねじ部の撤去、すなわち破断後の取り替えが困難であるなどの問題が指摘されている。

3. スリット型サイドブロックの提案

従来の構造の有する問題を解決するため、図-2に示すような圧縮側スリットを設けて、引張応力作用部分のせん断応力のみを局所的に高め、破断強度を制御できる構造を考案した。

安価で安定した品質が確保できる鋼材を用い、加工が簡単で強度のばらつきが加工精度に鈍感な構造とすることで、実構造物への使用性に配慮した構造である。

スリット型の構造を採用すると、破断面における鋼材の圧縮力伝達部の面積は引張部と同等で、破断時に

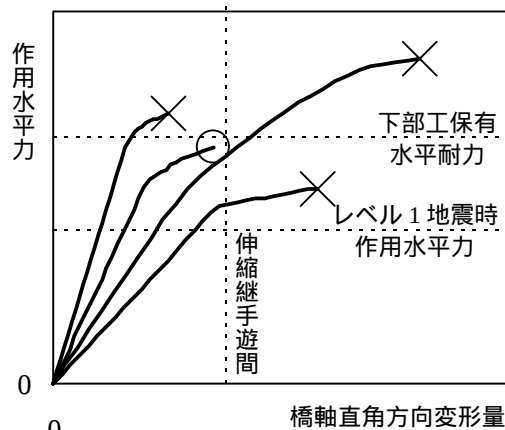


図-1 ジョイントプロテクターの必要機能

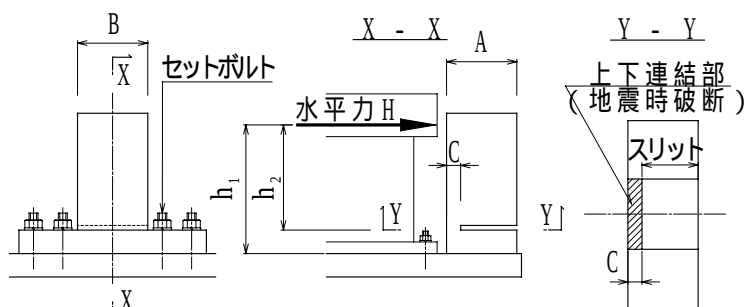


図-2 スリット型サイドブロック

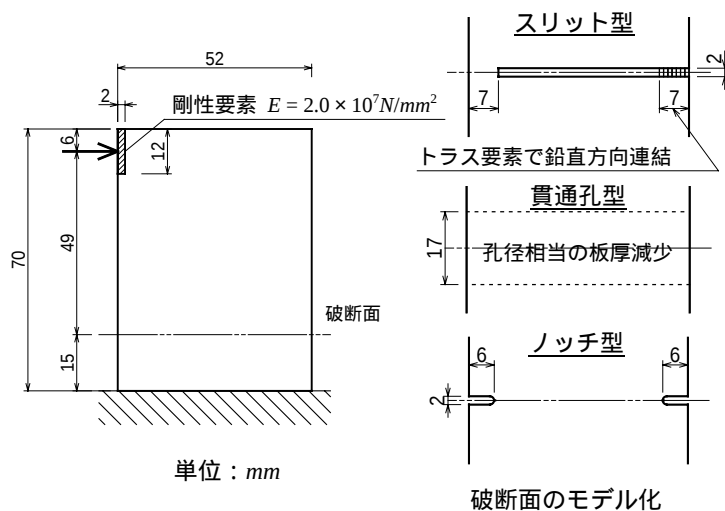


図-3 弾塑性有限変位解析モデル

は圧縮引張とも全断面降伏状態にあると考えられる．また圧縮力伝達部において摩擦によってせん断力の一部が負担される．これらを考慮して破断面における応力度は、図 - 2 中の記号を用いて式(1)、(2)で表される．

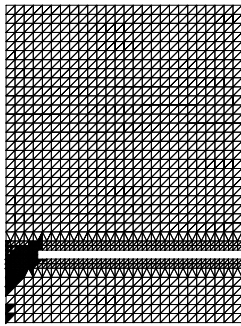
$$\sigma_c = \sigma_t = \frac{H \times h_2}{(A - C) \times B \times C} \quad (1)$$

$$\tau = \frac{H \times (A - C - \mu h_2)}{B \times C \times (A - C)} \quad (2)$$

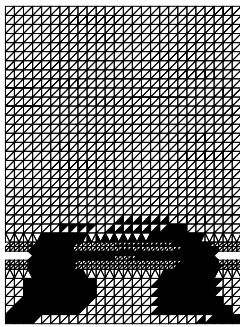
せん断応力度が破断強度に達したときの曲げ応力度が弾性範囲である条件で設計するものとする．(式(3))

$$\tau = \tau_u = \frac{\sigma_u}{\sqrt{3}} \quad \text{かつ} \quad \sigma_t = \sigma_y \quad (3) \quad , \quad \text{スリット幅} \quad A - C = h_2 \times \left(\mu + \frac{\sigma_u}{\sigma_y \times \sqrt{3}} \right) \quad (4)$$

ここで、 σ_c ：破断時圧縮応力度、 σ_t ：破断時引張応力度、 τ ：破断時せん断応力度、 μ ：圧縮部静摩擦係数、 τ_u ：鋼材のせん断強度、 σ_u ：鋼材の引張強度、 σ_y ：鋼材の降伏点または耐力を示す．



スリット型



ノッチ型

図 - 4 破断時塑性域

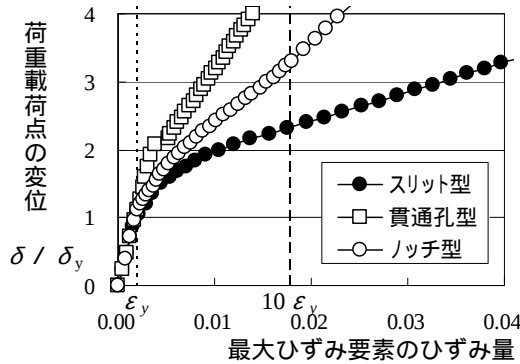


図 - 5 荷重載荷点変位 - 局所ひずみ

4．スリット型の効果

提案した構造の効果を把握するため、ひずみ硬化型の材料特性を考慮した弾塑性有限変位解析²⁾を実施した．使用鋼材は SM490A ($\sigma_y = 355 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = 550 \text{ N/mm}^2$) である．図 - 3 に解析に用いたモデルを示す．

図 - 4 より、破断時の塑性化域が破断部のみに集中し、破断時までの全体の变形が小さいことがわかる．ここで、破断は作用応力の集中が想定できる要素の平均相当ひずみが $40 \epsilon_y$ に達するときとしている．また図 - 5 からはスリット型ではひずみの最大となる要素で集中的にひずみの進展が見られるが、ノッチ型および貫通孔では再分配によりひずみの進展が遅い．すなわち、ノッチ型および貫通孔

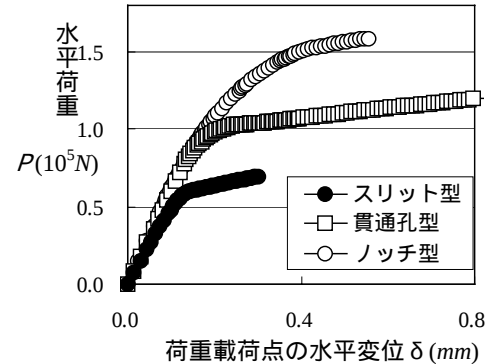


図 - 6 荷重載荷点の P - δ 曲線

型では、サイドブロック自体の曲げ変形が大きく、スリット型ではひずみが集中する限定された部分で確実な破断を期待することが可能である．図 - 6 は破断ひずみまで載荷したときの荷重載荷点の荷重 - 変位曲線を示しており、スリット型は高い降伏比で破断に至ることがわかる．

5．まとめ

破断強度を制御できるスリット型のサイドブロック構造を提案した．そして、弾塑性有限変位解析を用いてせん断破断設計を用いたスリット型サイドブロックの破断特性を検討した結果、従来の構造に対して破断特性が制御しやすい構造であることが確認できた．スリットを深くすることで、よりせん断卓越型の破断特性を得ることが可能であると考えられる．今後、圧縮部における摩擦の低減によるコンパクト化や、実際の支承に用いるための防錆対策などについての検討を行う予定である．実験による破断形態および破断荷重についての検証も実施しており、別稿で報告する．

スリット型サイドブロックは、新しく建設される橋梁のみならず、基礎構造に対する補強が一般的に困難な既設橋梁の耐震性能を確保する場合にも有効であると考えられる．また、破断部分への炭素繊維材料の使用など、理想状態に近い挙動を示す材料を活用する構造の開発も継続する予定である．

参考文献：1)道路橋示方書・同解説 耐震設計編,(社)日本道路協会 2002.3. 2)USSP 研究会：USSP ユーザーズマニュアル,理論編,Ver.3.0,日本構研情報(株) 1996.10.