

斜角を有する橋りょうにおける移動制限装置設置対策

東京地下鉄（株）非会員 関根依久子 正会員 沼田 敦
非会員 青木正明 金刺広明 羽場鴻太郎
メトロ開発(株) 正会員 加藤 祐之

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震では、斜角を有する鉄道橋（以下、斜橋）に回転変位を伴う桁ずれが生じた。これまでの橋りょうにおける対策は、主に地震時に橋りょうが橋軸方向に変位した際の落橋防止対策であり、斜橋の回転のように、橋軸方向だけでなく、橋軸直角方向への変位に対する対策は十分に行われていない。¹⁾

そこで、東京地下鉄(株)（以下、東京メトロ）では、今後発生が想定される大規模地震等に備え、斜橋における回転を防止させるための移動制限装置の設置を進めている。

本稿では、移動制限装置設置に関する検討・設計の方法及び施工の一例について報告する。

2. 対象橋りょうの抽出(斜橋の回転判定)

斜橋で回転が生じるメカニズムは次のように考えられている²⁾。大規模地震時に橋桁の移動制限を行う支承部が損傷・破断した場合に橋りょうが橋軸方向に変位し、桁端部が橋台パラペット等に衝突することで橋桁の変位が拘束され、その後、橋りょうはパラペットに衝突した桁の鈍角部を基点として回転する。このことから、図1に示す検討フローに従い、2段階の手順で移動制限装置の設置が必要な橋りょうを抽出した。

対象橋りょうは、①橋桁の平面形状により回転可能と判定されたもの、のうち②地震時慣性力に対し既設支承部の移動制限装置の耐力が不足しているものとした。¹⁾

①では図2に示す回転判定式により回転可能性の有無を判定した。支間長に対して、一定の桁幅を確保していれば回転が抑制できるとされている。②では橋りょう支承部の部材である“サイドブロック”と“アンカ

ーボルト及び橋軸直角方向のリブ”において想定する地震力に対して耐力を有しているか照査を行った。サイドブロックは橋桁が橋軸直角方向に移動するのに対して抵抗する部材である。アンカーボルトは支承を橋台に固定するものであり、橋軸直角方向のリブはベースプレートの下面についている突起部材で、いずれの部材も橋軸直角方向の変位に対して抵抗する部材である。(図3) この2つの部材について地震時慣性力と比較し、いずれかの部材の耐力が不足した場合、移動

・回転判定式（式 1）

$\sin^2 \theta / 2 > b/L$
ここに、 θ ：斜角度（度）
L：支間長（m）
B：桁幅（m）

・回転する場合

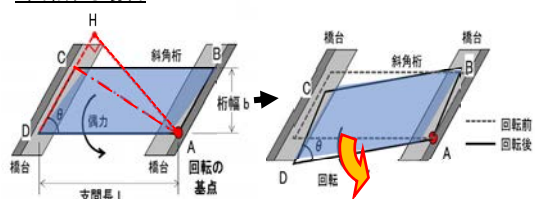


図2 回転判定¹⁾

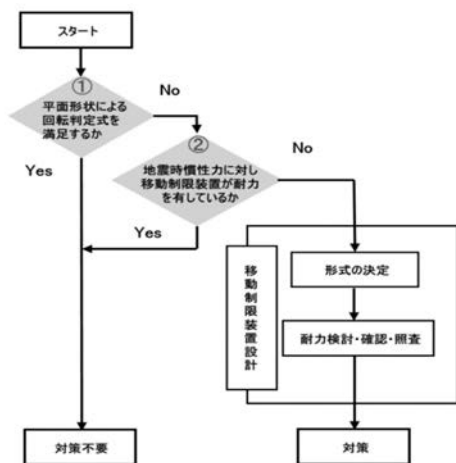


図1 検討フロー

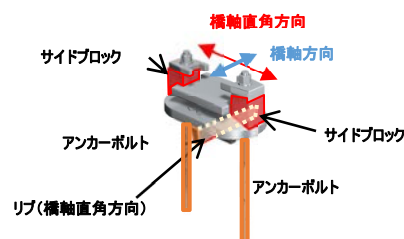


図3 検討部材概要図¹⁾

キーワード 鉄道、橋りょう、移動制限装置、耐震対策

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) 工務部土木課 TEL 03-3837-7201

制限装置を設置することとした。

3.補強形式の選定と設計の考え方

移動制限装置の補強形式は桁橋台連結型、支承補強型、桁幅連結型の3種類から、橋りょうの構造や設置スペースの有無により決定する。²⁾現時点で、東京メトロで最も採用されている補強形式は支承のサイドブロック等の補強を行う“支承補強型”である。

設計に用いる地震時慣性力は上部構造の死荷重と列車荷重を考慮する。

桁橋台連結型および桁幅連結型の場合、地震時慣性力を新たに設置する移動制限装置だけで負担する必要がある。一方、支承補強型の場合、移動制限装置の設計は地震時慣性力に対して既存部材で不足している耐力を確保すればよいので装置を小型化でき経済的となる。また限られた橋台スペースでの設置に対して有効である。

4.移動制限装置設置事例

図4、5および写真1は斜角のうち鋭角側の2箇所にて支承補強型の移動制限装置を設置した事例である。測量、アンカーボルト削孔、アンカーボルト打設までは、昼間作業で行い、部材搬入、モルタル打設については夜間作業で実施した。

移動制限装置が地震時に効力を発揮するためには、既設のサイドブロックの面に対して移動制限装置の先端部を確実に密着させる必要がある。このため、現場で念入りに測量・墨出しを行い、手戻りがないよう施工を行った。

斜橋における橋台のスペースは直橋と比較すると狭いため、ベースプレートを橋台内で収まるように橋台の形状に合わせ台形としベースプレートの耐力を確保できるよう必要箇所にリブで補強した。

また、事前に鉄筋探査を行い、橋台の既設鉄筋を切断しないようにアンカーボルトの打設位置を確定した。その結果、水平力の作用軸に対してアンカーボルトなどが偏心した配置となったため、作用するせん断力にねじりモーメントによるせん断力を付加して耐力を照査し、問題ないことを確認した上で施工した。

4. まとめ

本稿では、斜橋における移動制限装置設置の検討と、施工方法について紹介した。今後も、地震対策を進め、お客様へ安心安全を提供していく所存である。

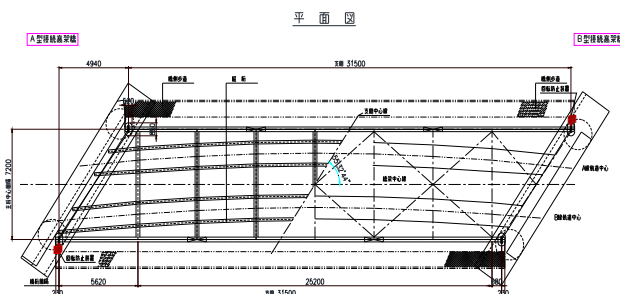


図4 移動制限装置配置図

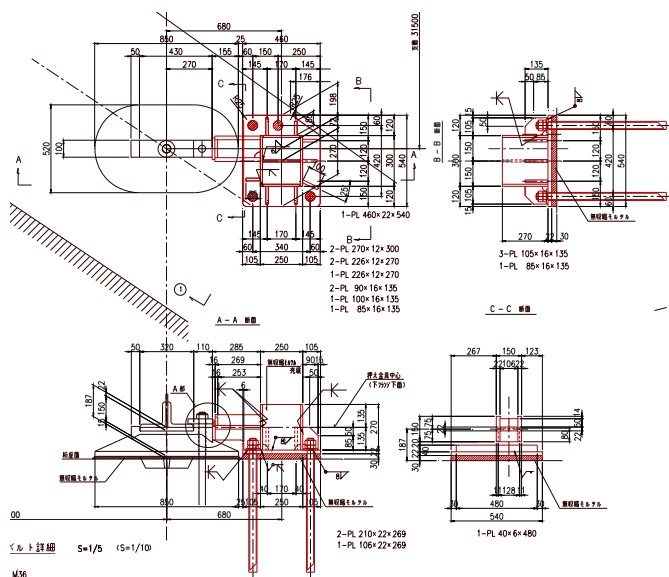


図5 移動制限装置詳細図



写真1 移動制限装置設置完了

参考文献 1) 東日本旅客鉄道株式会社:耐震補強設計施工マニュアル, 2) 大塚ほか、斜橋の水平地震動による回転挙動解析、土木学会論文報告集 No.570/ I-40,315-324,1997.7