

I-B 300 鋼鉄道橋支承部の耐震補強設計

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 川原田 亨
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 忠朋
 鉄道総合技術研究所 正会員 市川 篤司
 鉄道総合技術研究所 正会員 村田 清満
 鉄道総合技術研究所 正会員 安原 真人

1、はじめに

兵庫県南部地震では、ラーメン高架橋をはじめとして多くの鉄道構造物が被災した。鋼構造物では支承部の被害が顕著であった。耐震補強の緊急対策には、落橋させないという観点から落橋防止工も盛り込まれている。本文は、この落橋防止工を含む当面の鋼鉄道橋支承部の耐震補強設計の考え方についてまとめたものである。

2、兵庫県南部地震による鋼鉄道橋支承部被害の概要

兵庫県南部地震により被災した鉄道鋼構造物は、鋼橋脚がいくつかあるもののそのほとんどは桁支承部であった。表-1は、被害の激しい線区で詳細に調査した区間の被害状況を示したものである。鋼橋に使用されている材料は铸铁が多く鋳鋼も見られた。主な損傷としてはサイドブロックの破損、アンカーボルトの損傷、ソールプレートの損傷等であった。特に、铸铁シェーのサイドブロックの破損が顕著であり、桁ずれを生じていたものが多く見られた。中には1.5m以上桁ずれを起こしたものも見られた。また、桁連結工の主な変状としては、ボルトの破損、連結板のずれ、面外方向への曲がり等であった。

表-1 支承部被害状況

		铸铁(FC250)	鋳鋼(SC480)
変 状 別 被 害	サイドブロック損傷	113 (75%)	0 (0%)
	アンカーボルト損傷	59 (39%)	15 (100%)
	ソールプレート損傷	27 (18%)	0 (0%)
	沓座コンクリート	10 (7%)	0 (0%)
被災数量合計		150	15
全調査数量		1326	140

注) 1支承において複数の損傷を受けているものもあり、変状別被害の合計と被災数量合計は一致しない。

3、鋼鉄道橋における支承部の耐震補強設計

兵庫県南部地震に鑑み、鋼鉄道橋では、「既存の鉄道構造物に係る耐震補強の緊急措置」として、そのような規模の地震に対しても崩壊および落橋させないという観点から、耐震補強の対象線区ではその一つとして落橋防止工を施工することになっている。この時の落橋防止工を含む支承部の耐震補強を、以下の考え方に基づいて行うことを提案した。

(1) 支承構造の分類

支承部の耐震補強を行うあたり、その機能から、支承部を支承本体と落橋防止工に、落橋防止工を移動制限装置と落橋防止装置に分類して考えることとした。支承本体は支承の内、鉛直荷重を支持する部分のことを意味する。移動制限装置は、桁ずれを防止するために設けられるもので、サイドブロック、コンクリート製あるいは鋼製のストッパー等である(図-1)。ま

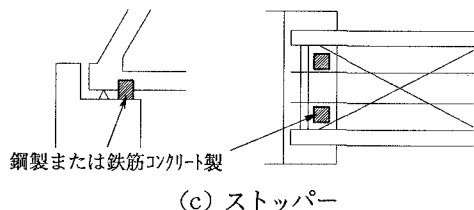
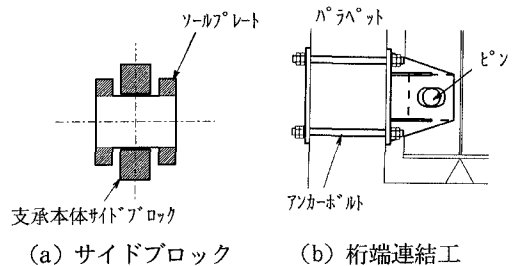


図-1 移動制限装置

た、落橋防止装置は、大規模地震時に桁等の上部構造物が下部構造から逸脱するのを防止する目的で設けるもので、桁座拡幅や桁連結工等である（図-2）。

（2）想定する地震の規模と所要の耐震性能

構造物の耐用期間中に数回程度発生する大規模地震において、橋梁全体系の耐震性能を確保するために、支承部には損傷を許容することとした。ただし、被災後直ちに、あるいは簡単な補修・補強により列車を走行させることを考慮し、少なくとも下部構造が降伏に達する時点まではその機能を保持させることとした。特に、移動制限装置は、列車の走行性を確保するために、少なくともこれまでの耐震設計で考慮していたレベルの中規模地震以上に対して設計することとした。また、落橋防止装置については、中規模地震以上で機能し、大規模地震時にその機能を失わないように設計することとした。

（3）設計水平震度

（2）に述べた地震に対して、設計に用いる水平震度は、図-3に示すように下部構造の応答特性等を考慮して定めることとした。すなわち、移動制限装置に関しては、下部構造の降伏耐力から定まる水平震度と最大耐力から定まる水平震度の間で適切に定めるものとし（一般には降伏耐力をもとに定める）、落橋防止装置に関しては、下部構造の最大耐力から定まる水平震度をもとに設定することとした。

（4）荷重

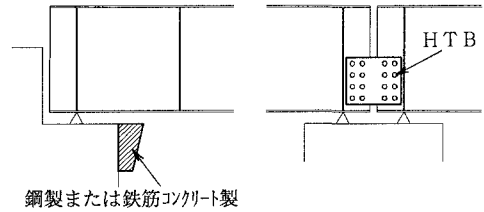
支承部の耐震設計で考慮する荷重とその組み合わせを表-2に示す。ここで、大規模地震に対する列車荷重については、列車密度等を考慮して定めることとした。衝撃、遠心荷重については中規模地震に対して考慮することとした。

（5）桁座の拡幅

落橋防止工として桁座の拡幅が有効な場合が多く、鉄道橋ではこれまでも数多く行われてきた。この場合の拡幅量は、これまで、一律同一の量あるいは桁の支間に対応させるなどにより定めていたが、ここでは下部工の応答変位量により定めることとした（図-4）。

4. おわりに

橋梁の耐震補強の一つとして、落橋防止工等支承部の補強は非常に重要である。しかし、その種類によっては、日常の検査に支障をきたす場合もあり、その設計および施工は十分な検討が必要である。また、支承部の大規模地震時の挙動については未解明な点も多く、今後は上・下部構造を一体とした解析等を通じて、最適な補強工法について検討する必要があると考えている。



(a) 桁座拡幅 (b) 桁連結工

図-2 落橋防止装置

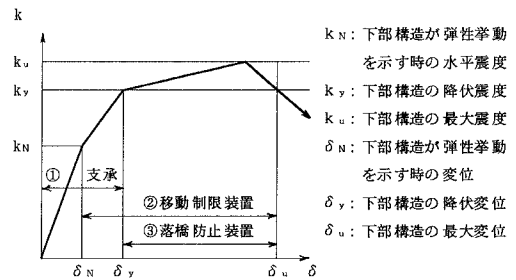


図-3 下部構造の耐震性能と支承部の機能の関係の概念

表-2 設計荷重とその組み合わせ

CASE	D_1	D_2	L	I	(C)	E_q
1	1.0	1.0	1.0	1.0	(1.0)	1.0
2	1.0	1.0				1.0
3	1.0	1.0	1.0			1.0
4	1.0	1.0				1.0

注) D_1 : 固定死荷重、 D_2 : 付加死荷重、L: 列車荷重

I: 衝撃、C: 遠心荷重、 E_q : 地震の影響

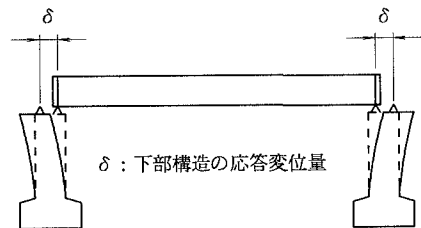


図-4 下部構造頂部の変位量