

せん断補強鉄筋量の制限が鉄道ラーメン高架橋のせん断耐力に及ぼす影響

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○木野 淳一
東日本旅客鉄道（株） 正会員 醍醐 宏治

1. はじめに

2017 年制定 コンクリート標準示方書〔設計編〕¹⁾（以下、示方書という）では、棒部材のせん断耐力算定においてせん断補強鉄筋量の上限についての推奨が追記された．今後鉄道の設計基準においても同様の上限設定が推奨される可能性がある．そこで、阪神・淡路大震災以降に設計されせん断補強鉄筋が多く配置された鉄道ラーメン高架橋に対し、このせん断補強鉄筋量の制限が及ぼす影響を検討した．

2. 検討対象

今回検討の対象としたのは、阪神・淡路大震災以降に設計された在来線および新幹線の RC ラーメン高架橋、および鉄道の設計基準に対してなされた設計計算例²⁾のラーメン高架橋である．各構造物の諸元を表-1 に示す．

表-1 対象構造物の諸元

対象	接続形式	線路方向スパン(m)	直交方向スパン(m)	高さ(m)	設計年
新幹線	ゲルバー式	9.43+10×4+9.43	6.0	10.0	1999
在来線	張出式	5+10×3+5	5.75	5.0	2007
計算例	ゲルバー式	9.57+10×3+9.57	5.0	7.46	2005

径間数は異なるが、いずれも中間部が 10m の等スパンとなっている．新幹線および計算例は直線軌道をサポートする高架橋であるが、在来線は曲線軌道をサポートする高架橋である．耐震設計は、在来線および計算例は設計当時の鉄道耐震設計基準に準拠して設計されているが、新幹線はその基準が制定される前の設計であるため、暫定設計基準による設計となっている．

図-1 に今回検討対象とした部位の例として、新幹線高架橋の図を示す．縦梁は、対象構造物の形式が張出式、ゲルバー式の 2 種類であることから、端部構造の影響が少なくなるよう、第 2 径間の端部断面で検討することとした．横梁は材端部にて検討した．柱は地震時せん断力が部材軸方向に比較的一定となるため、一般にせん断補強鉄筋量が少ない柱中間部でせん断破壊の検討を行う．そのため、柱中間部の配筋でせん断耐力を算出した．

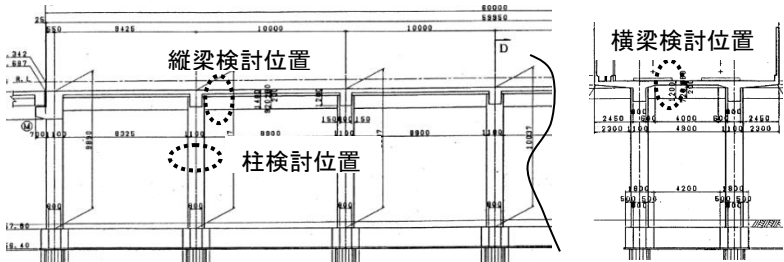


図-1 せん断耐力検討位置

3. せん断耐力算定

せん断耐力の算定は、示方書の棒部材のせん断耐力式を用いた．なお、示方書にて式(1)に示す通りせん断補強鉄筋の量について上限値を推奨しているが、今回は図面通りの鉄筋量で算出したせん断耐力を V_{yd1} 、 V_{sd1} 、実際に配置されている鉄筋量にかかわらず式(1)に示す上限値を配置したと仮定したせん断耐力を V_{yd2} 、 V_{sd2} と表記する．

$$p'_w = p_w \cdot f_{wyd} / f'_{ca} \leq 1.0$$

(1)

キーワード せん断耐力，せん断補強鉄筋，ラーメン高架橋
連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31 階 TEL 03-6851-0086

せん断耐力の算定結果を表-2 に示す。

表-2 せん断耐力算定結果

部位	縦梁								横梁			
	a/d	p'_w	V_{cd}	V_{sd1}	V_{sd2}	V_{yd1}	V_{yd2}	V_{yd2}/V_{yd1}	a/d	p'_w	V_{cd}	V_{sd1}
新幹線	2.87	0.13	389.6	2266.3	1716.9	2655.9	2106.5	0.79	2.38	0.16	399.5	2229.4
在来線	2.64	0.13	377.5	2022.1	1604.8	2399.6	1982.3	0.83	2.17	0.13	325.2	1413.6
計算例	2.98	0.09	331.1	1399.9	1399.9	1731.0	1731	1.00	2.12	0.18	374.5	2116.7

部位	横梁				柱							
	V_{sd2}	V_{yd1}	V_{yd2}	V_{yd2}/V_{yd1}	a/d	p'_w	V_{cd}	V_{sd1}	V_{sd2}	V_{yd1}	V_{yd2}	V_{yd2}/V_{yd1}
新幹線	1351.1	2628.9	1750.6	0.67	4.02	0.06	405.9	1102.8	1102.8	1508.7	1508.7	1.00
在来線	1121.9	1738.8	1447.1	0.83	4.58	0.11	261.6	1016.3	946.9	1277.9	1208.5	0.95
計算例	1202.7	2491.2	1577.2	0.63	3.51	0.09	265.8	962.6	962.6	1228.4	1228.4	1.00

検討の結果、縦梁、横梁については p'_w が軒並み 0.1 を超えている。そのため、せん断補強鉄筋量の制限を考慮した場合、せん断耐力が約 2～4 割程度減少する結果となった。その結果として、新規設計において場合によっては断面寸法を大きくする、コンクリート強度を上げるなどの対処が必要とされることとなる。一方、柱についてはあまり影響がない結果となっている。

4. せん断耐力不足に対する対応

今後鉄道の設計基準が改定されせん断補強鉄筋量の上限值について規定された場合でも、新たな設計基準は新設構造物を対象とするため、一般に既存遡及することはない。しかし、実際に不安全となるような状態は許容できないため、既存の在来線設計について安全性を確認した。その結果、

- ・設計当時での断面力に対する余力
- ・(梁の場合) スラブの効果によるせん断耐力の増分³⁾
- ・設計列車荷重と実列車荷重の差分

などにより、構造物の安全性に影響ないことが確認できた。

また、せん断補強鉄筋量の上限を示唆した既往の研究⁴⁾では、せん断補強鉄筋量の上限は一律ではなく、 a/d が 3 未満の場合には上限値が緩和される可能性が見受けられる (図-2 参照)。今回の設計例でもわかるように、せん断補強鉄筋量が多く耐震設計で鉄筋量が決定することが多い横梁部材では、 a/d が 2 前後となっている。よって、 a/d とせん断補強鉄筋量の上限の関係についてさらに検討を行うことで、ラーメン高架橋の設計には影響を及ぼさなくなる可能性がある。

5. まとめ

- ・ラーメン高架橋の設計では、示方書のせん断補強鉄筋量上限値を超えた設計例がある。
- ・設計上の余力、スラブのせん断耐力向上効果などにより、既設計の安全性に問題はない。

参考文献

1)土木学会：2017 年制定 コンクリート標準示方書 [設計編]，2018.3
2)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 照査例 RC ラーメン高架橋，2009.3
3)木野，山田，築嶋，石橋：T 形断面および矩形中空断面 RC 梁のせん断耐力に関する実験的研究，土木学会論文集 E2，Vol.70，No.1，44-55，2014.
4)坂口，土屋，渡邊，斉藤，牧：せん断補強鉄筋を多量に配置した RC 梁部材のせん断破壊耐力に関する検討，土木学会論文集 E2，Vol.69，No.2，192-206，2013.

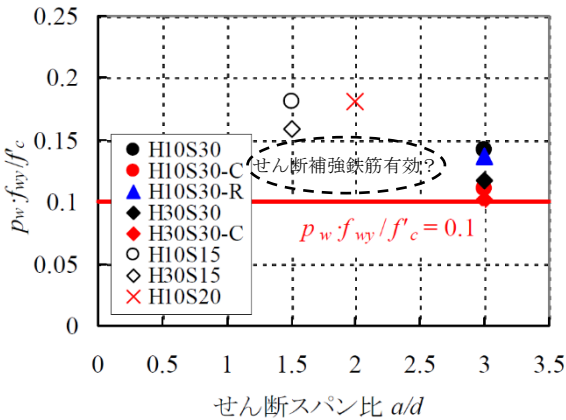


図-2 せん断スパン比と $p_w f_{wy} / f'_c$ の関係⁴⁾