

固有周期の異なる高架橋をまたぐ乗降場の設計

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○鈴木 綾
JR 東日本 東京工事事務所 正会員 川人 麻紀夫

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 行澤 義弘
JR 東日本 東京工事事務所 正会員 図司 英明
JR 東日本コンサルタンツ 正会員 平山 訓広

1. はじめに

今回、構造形式の差から固有周期の大きく異なる既存高架橋と新設高架橋をまたぐ乗降場の設計を行った。その際、設計の自由度の無い既存高架橋においても L1 地震動には耐震性能 1 を L2 地震動には耐震性能 3 を満たす必要があったが、前述の理由から既設高架橋に新設高架橋からの水平力が入ることが懸念されていた¹⁾。

そこで、L2 地震時には、両高架橋を繋ぐ乗降場のボルトに切欠きを入れたボルト（以下、ヒューズボルトと呼称する）を用いることで、ボルトを破断させ両高架橋どうしを分離させる構造とした。本稿では、その設計と連結に用いるヒューズボルトについて報告する。

2. 構造概要

図-1 に断面図を示す。このように、新設と既設高架橋にまたがる形で乗降場が新設される。この乗降場のホーム横桁は両高架橋を連結する構造となっている（図-2(a)参照）。

静的非線形解析において、新設および既設高架橋は基礎構造の異なる構造物のため、固有周期が新設高架

橋 0.46〔sec〕、既設高架橋 0.83〔sec〕と大きな差がみられた。よって、異なる固有周期である高架橋を繋ぐことで、どの程度既設高架橋に影響があるのかを確認するため簡易動的解析を行った。

本解析では、対象の地盤条件は G5 地盤であり、L1 地震動を用いた¹⁾。検討したモデルは各高架橋を 1 質点系でモデル化し、固有周期を静的解析と合わせることで両高架橋を表現した。そして、ホーム横桁を線形部材に置き換えることで一体モデルとした（図-3 参照）。

表-1 に解析結果を示す。高架橋分離構造モデルにおける死荷重は実構造物の死荷重となっているが、一体モデルの死荷重はホーム横桁の間隔に合わせ 5.0m 間隔で補正した値となっている（表-1 参照）。

常時は死荷重を既設高架橋が 4 割、新設高架橋が 6 割分担していた。しかし、L1 地震動が発生した際には水平力を既設高架橋が 7 割、新設高架橋が 3 割分担することとなる（表-1(b)参照）。よって、L1 地震時には本来新設高架橋にかかるはずである水平力が乗降場をつたい既設高架橋に力を伝達させることがわかった。

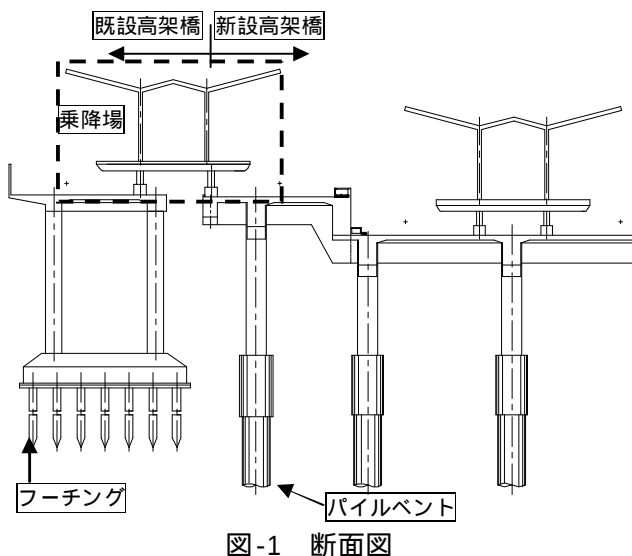


図-1 断面図

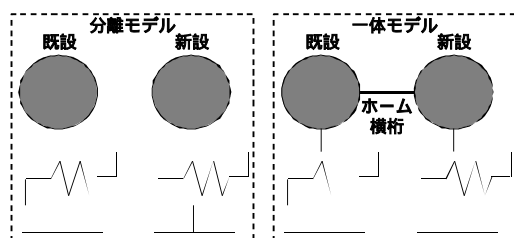


図-3 解析モデル図

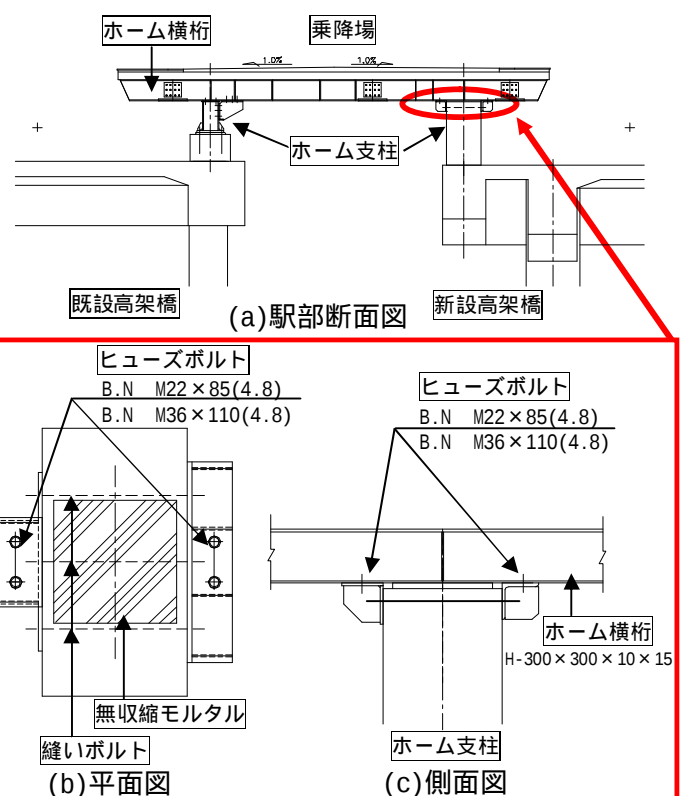


図-2 ヒューズボルト適用箇所

そのため、L2地震動時に、既設高架橋の部材が新設高架橋からの水平力により、損傷レベル3を超えることが無いように両高架橋を分離させる構造とした。

この分離構造は図-2(b),(c)に示すように、新設高架橋側のホーム支柱とホーム横桁を接続するボルトをヒューズボルトとした。このように、弱点を設定することで、L1地震動程度では両高架橋どうしを連結させ、L2地震動程度の地震では連結部のヒューズボルトの破断を確実に行った。

そのため、L1地震動程度ではヒューズボルトを確実に連結させるため性能確認試験を行うことで、設計通りにヒューズボルトが破断するか確認試験を行った。

3. 試験概要

試験は M22、M36 各々3体ずつ载荷試験を行った(図-4参照)。なおヒューズボルトの締め付けは、手締めを行い軸力の管理を行わないものとした。

4. 試験結果および設計への反映

切欠部の破断想定値および試験結果を表-2に示す。このときの破断荷重の算出方法は、切欠き断面における2面せん断の破断強度の値とした。また、実験値は、最大荷重の平均値とした。なお、表-2に示している比は、

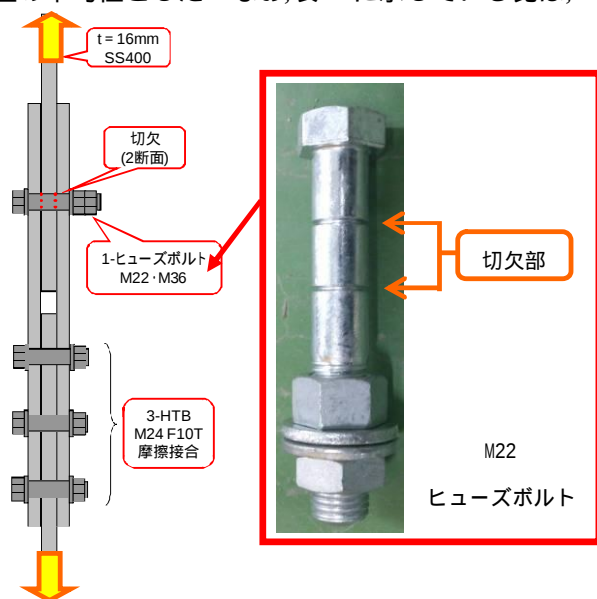


図-4 試験概要



図-5 破断形状 (M22)

規格値を基準とした場合の実材料強度および実験値の比を示している。破断形状は、全ての試験体がボルトの切欠部でせん断破壊をした(図-5参照)。

表-3に決定断面積を示す。M22においては、実材料強度の破壊荷重と実験値は等しい値を示した。しかし、M36においては実験値が材料強度より求めた破断荷重を下回った。そのため、実構造物への適用時には、形状の補正値を切欠断面積に乘じることで、L1地震動程度の際には破断しないよう残断面積を大きくなるよう補正した。

5. まとめ

本稿では、固有周期の異なる高架橋どうしをまたいだ乗降場の設計とその連結に用いたヒューズボルトについて報告した。このような構造物をつなぐ設計を行う場合の参考になれば幸いである。

参考文献

1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計

鉄道総合技術研究所 編 平成11年10月

表-1 簡易動的解析結果

(a) 高架橋分離構造モデル

	高架橋分離構造モデル(1径間あたり)	
	既設高架橋	新設高架橋
死荷重(kN)	3119	6780
固有周期 $T_{eq}(\text{sec})$	0.46	0.83
L1 最大応答変位(mm)	8.3	24.0
L1 最大応答加速度(gal)	162.2	142.4
L1 最大応答断面力(kN)	500.4	954.4

(b) 一体モデル

	一体モデル(ホーム桁1本あたり)		
	既設高架橋	新設高架橋	ホーム桁
死荷重(kN)	1732	2712	-
固有周期 $T_{eq}(\text{sec})$	0.604		
L1 最大応答変位(mm)	17.6		
L1 最大応答加速度(gal)	195.2		
L1 最大応答断面力(kN)	569.3	279.0	242.9

表-2 切欠部の破断想定値および実験値

		想定値		実験値 (平均)
		規格値	実材料強度	
M22	引張強さ(N/mm ²)	400	541	-
	降伏強度(N/mm ²)	320	433	-
	破断荷重(kN)	138	187	180
	規格値を基準とする比	1.00	1.35	1.30
M36	引張強さ(N/mm ²)	400	495	-
	降伏強度(N/mm ²)	320	396	-
	破断荷重(kN)	394	488	413
	規格値を基準とする比	1.00	1.24	1.05

表-3 切欠量の算出

	補正前		形状による 補正値	補正後	
	残断面積 (mm ²)	切欠き幅 (mm)		残断面積 (mm ²)	切欠き幅 (mm)
M22	158	3.9	-	158	3.9
M36	452	6.0	$\frac{1.24}{1.05} = 1.18$	533	5.0

キーワード 高架橋, 固有周期, ボルト

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 TEL (03)3379-3514