

# 載荷試験結果

第 4 回伊達橋補修検討委員会資料

平成 2 7 年 6 月 1 2 日

# 1. 載荷試験概要

## 1.1 実験の目的

載荷試験は、以下に示す項目を把握することにより、解析モデルの検証を行い、亀裂発生要因を特定して恒久対策に活用するものである。

- ①疲労の観点から原因究明および今後の亀裂の進展性の把握
- ②立体的挙動・耐力の観点からの現状把握

## 1.2 計測項目

計測項目の概要および計測結果の活用方法を表-1.1 に示す。

表-1.1 計測項目一覧表

目的	計測項目	計測概要	計測の活用方法		
			原因究明	モデルの検証	効果の確認
①	1 横桁・ニーブレースフランジの応力	亀裂を発生させた側の横桁・ニーブレースの応力を計測する。	○	○	
	2 垂直材・下弦材の応力	亀裂が発生した側の垂直材・下弦材の応力を計測する。	○	○	
	3 S H周りの応力	S H施工箇所にて亀裂が進展するような応力集中していないかを計測する。			○
②	1 主要部材の応力	全体解析にて応力の大きい箇所の各部材の応力を計測する。		○	
	2 縦・横桁の上下フランジ応力	床版と縦桁又は横桁の合成効果を確認する。		○	
	3 格点部の応力	応力分布の複雑な格点部にて応力を計測する。		○	
	4 主構の鉛直方向の変位	橋梁全体剛性を確認する。		○	
	5 支承・ヒンジ部の変位	現況の支承条件を確認する。		○	
	4 主構と床版の橋軸方向の変位差	主構と床版の橋軸方向の変位差が生じているかを確認する。	○	○	
	5 横桁のたわみ	ニーブレースに作用する面内力を確認する。	○		
	6 ニーブレース左右のフランジの変位差	ニーブレースの亀裂の発生原因を特定する。	○		

## 1.3 載荷方法

### 1.3.1 載荷ケース

載荷ケースは、以下の3ケースで実施した。

- ①静的載荷試験 (20t 試験車)：解析モデルの検証に活用
- ②動的載荷試験 (20t 試験車)：①では分からない不利な載荷、衝撃を含んだ応力状況の把握
- ③応力頻度測定 (一般車)：現道交通に対する応力状況の把握

上記の内、①静的載荷試験 (20t 試験車) による載荷ケースを表-1.2、②動的載荷試験 (20t 試験車) による載荷ケースを表-1.3 に示す。

表-1.2 載荷ケース (①静的載荷試験)

載荷ケース	試験車台数	試験車配置	走行方向	試験回数
ケース1	1台	単独	下り方向	1回
ケース2			上り方向	1回
ケース3	2台	並列	下り方向	1回

表-1.3 載荷ケース (②動的載荷試験)

載荷ケース	試験車台数	試験車配置	速度	走行方向	試験回数
ケース4	1台	単独	5km/h	下り方向	3回
ケース5				上り方向	3回
ケース6			25km/h		3回
ケース7			50km/h		3回
ケース8	2台	並列	5km/h	上り方向	3回
ケース9	2台	オフセット	5km/h	上り方向	3回
ケース10			25km/h	上り方向	3回
ケース11			50km/h	上り方向	3回

### 1.3.2 載荷方法

①静的載荷試験 (20t 試験車) では、図-1.1 に示すように試験車の後輪後側タイヤを格点1~25に載荷させて計測を行った。VP1 載荷時の実際の載荷状態は、図-1.2 の通りとなる。

②動的載荷試験 (20t 試験車) では、図-1.3 に示すように格点1~25を一定速度で載荷させて計測を行った。また、載荷ケース1~11のオフセット載荷については、図-1.4 に示すように試験車を一定距離 (試験車1台分) 離して上下線に載荷した。

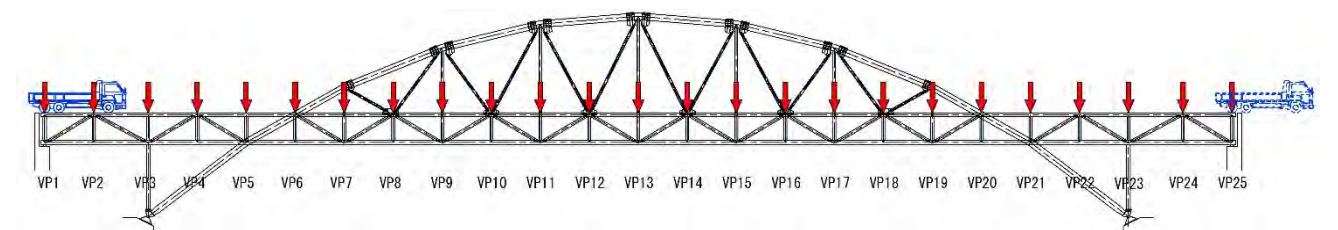


図-1.1 静的載荷試験 (20t 試験車) の載荷方法

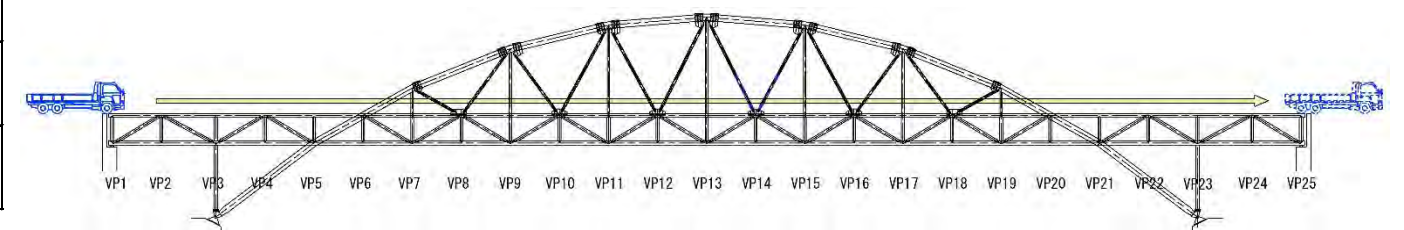


図-1.3 動的載荷試験 (20t 試験車) の載荷方法

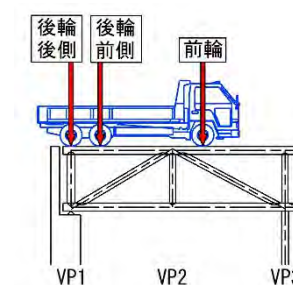


図-1.2 試験車の載荷状態 (VP1 載荷時)

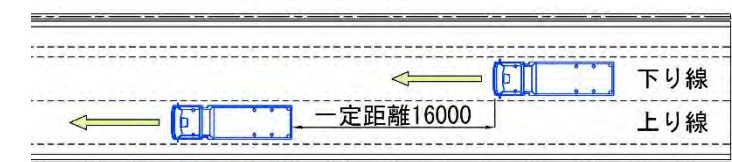


図-1.4 オフセット載荷

## 2. 解析モデル

### 2.1 全体解析（梁要素）

梁要素を用いた全体骨組み解析であり、建設時（図-2.1）と現況（図-2.2）のモデルにて全体挙動より以下の損傷要因の推定を行う。

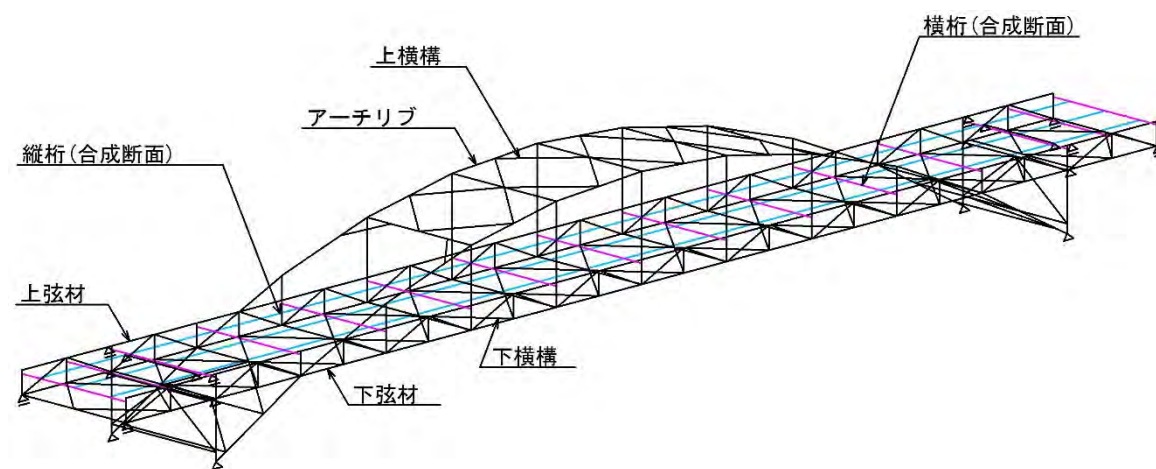


図-2.1 梁要素による解析モデル（建設時）

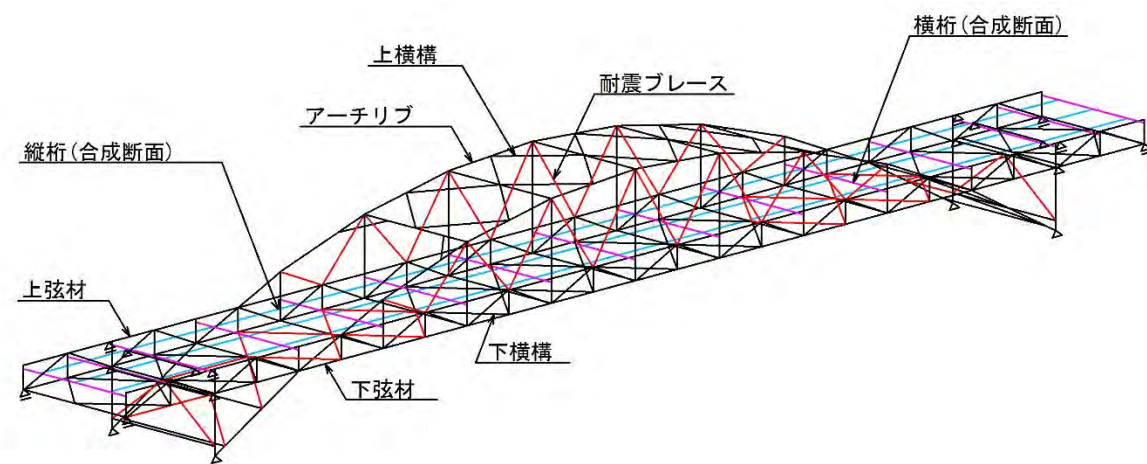


図-2.2 梁要素による解析モデル（現況）

部材のモデル化：表-2.1 参照

格点部のモデル化：剛結合（結合部の剛域考慮，図-2.3 参照）またはピン結合（図-2.4 参照）

表-2.1 主構以外の部材のモデル化

部材	断面積	曲げ剛性	備考
床版	○	○	縦桁、横桁と合成断面
地覆	△	△	歩道側の下層のみ考慮（写真-3.1参照）
舗装	×	×	構造系の剛性に大きな影響がないため考慮しない
高欄	×	×	構造系の剛性に大きな影響がないため考慮しない
縦桁	○	○	RC床版と合成断面としてモデル化（図-3.5参照）
横桁	○	○	RC床版と合成断面としてモデル化（図-3.5参照）
横構（上下）	○	○	梁要素でモデル化
耐震ブレース（斜材）	○	○	芯材のみ線形部材としてモデル化
端支点ダンパー	×	×	活荷重解析では大きな影響がないため考慮しない

注) ○は考慮あり、×は考慮無しを示す。

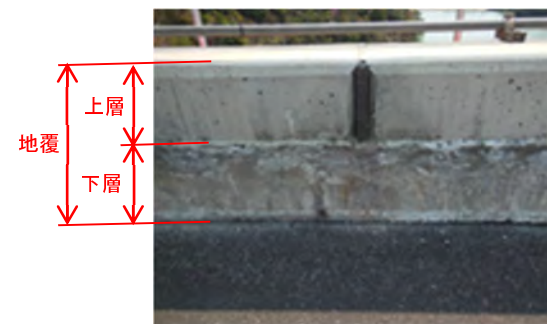


写真-2.1 歩道側地覆

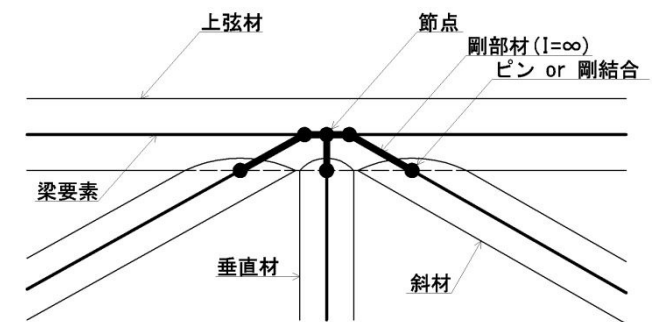
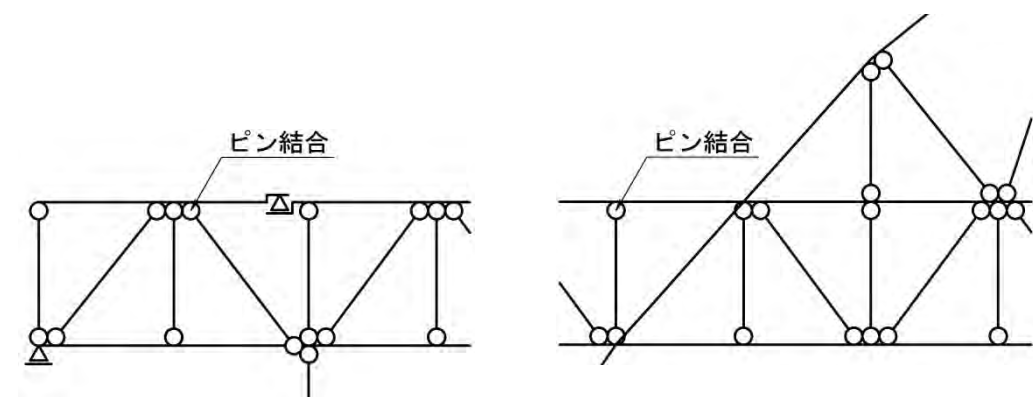


図-2.3 格点部のモデル化



注) 部材が同断面で連続しているアーチリブ、補剛桁の上下弦材は、ピン結合モデルにおいても剛結合とする。また、剛度の低いガセットプレートにより接続しているアーチリブと上横構、下横構、支柱対傾構は、ピン結合モデルおよび剛結合モデル共にピン結合とする。

図-2.4 解析モデル（ピン結合）

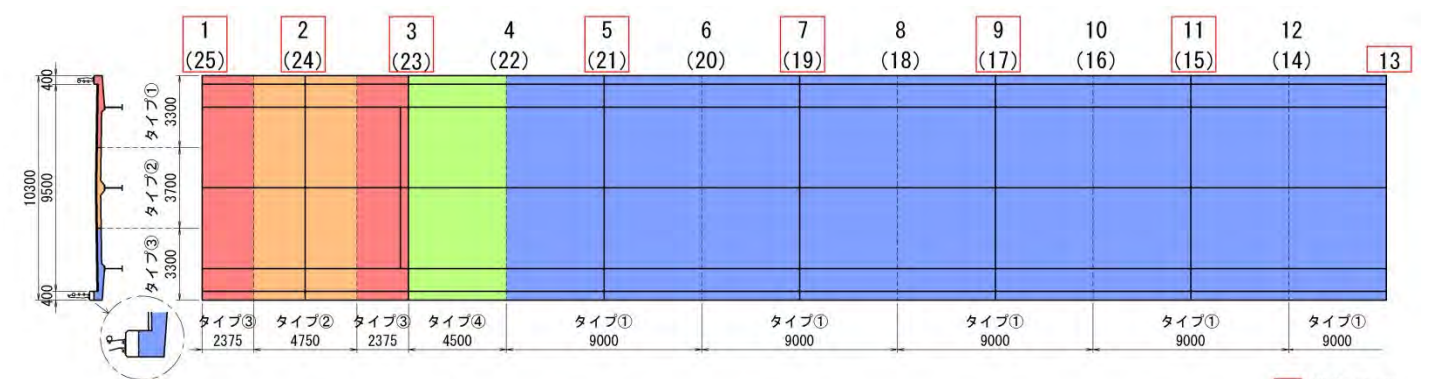


図-2.5 床版剛性の考慮範囲

## 2.2 全体解析（梁要素+シェル要素）

梁要素にシェル要素を組込んだ全体解析であり、梁要素では分からない局部応力より損傷要因の特定を行う。

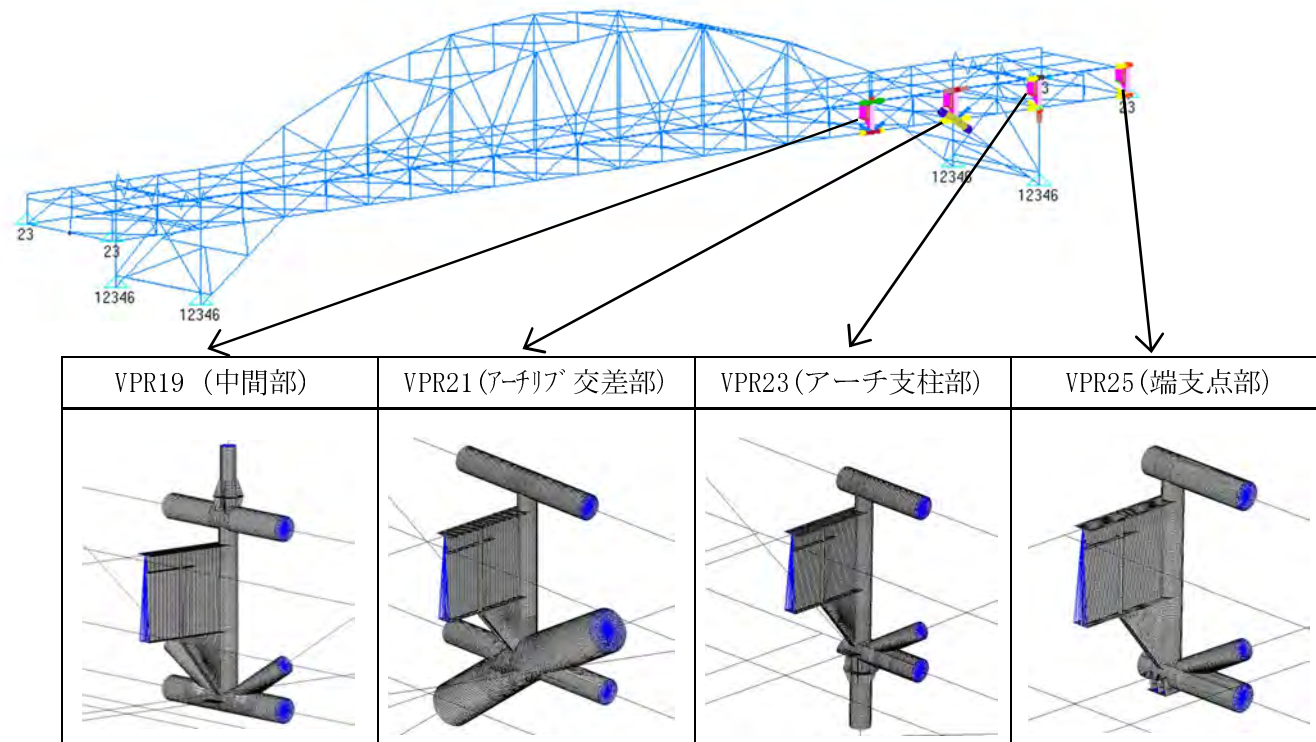


図-3.6 梁要素+シェル要素による解析モデル（現況）

## 3. 荷重試験結果

荷重試験結果を、解析結果と併せて以下に示す。

### 3.1 静的荷重試験結果

#### 3.1.1 主構の鉛直方向の変位

計測位置：VPR13（アーチ径間の支間中央（1/2点））

VPR17（アーチ径間の最大たわみ位置（1/4点））

VPR24（側径間の支間中央（1/2点））

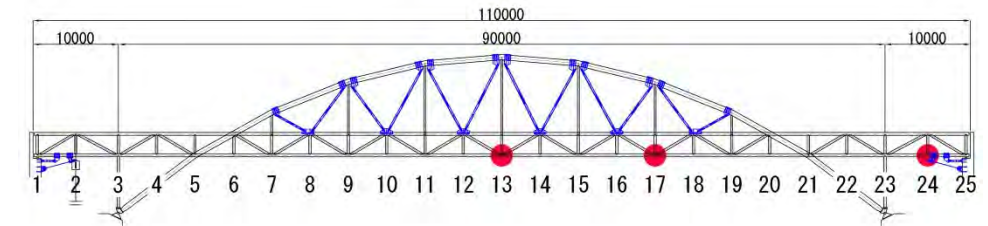


図-3.1 計測位置（主構の鉛直方向の変位）

表-3.1 たわみの対比表（並列荷重）

	単位	現地計測	解析結果	
			剛結合	ピン結合
VPR13	mm	6.5	7.2	7.3
VPR17	mm	6.9	10.5	10.7
VPR24	mm	1.2	0.6	0.6

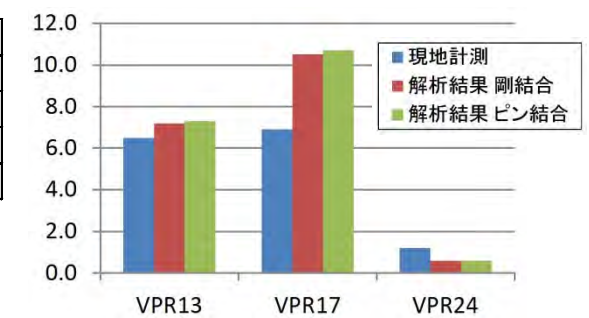


図-3.1 たわみの対比図

#### 3.1.2 支承、ヒンジ部の変位

計測位置：VP23（上弦材の鞘管構造部）

VP25（端支点部）

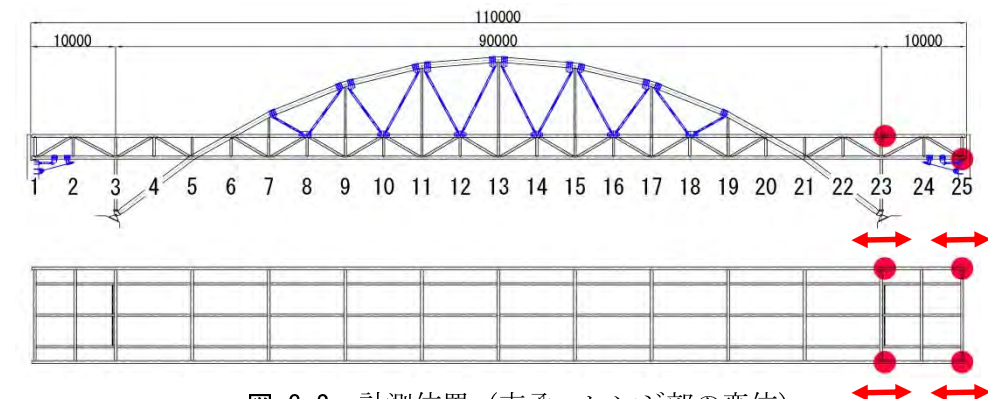


図-3.2 計測位置（支承、ヒンジ部の変位）

表-3.2 水平変位の対比表（並列荷重）

	単位	現地計測	解析結果
VP23	mm	3.2	1.3
VP25	mm	0.0	3.7

### 3.1.3 主構と床版の橋軸方向の変位差

計測位置：VPR17、VPR19、VPR21、VPR23、VPR24、VPR25 ※VPR17のみ健全部

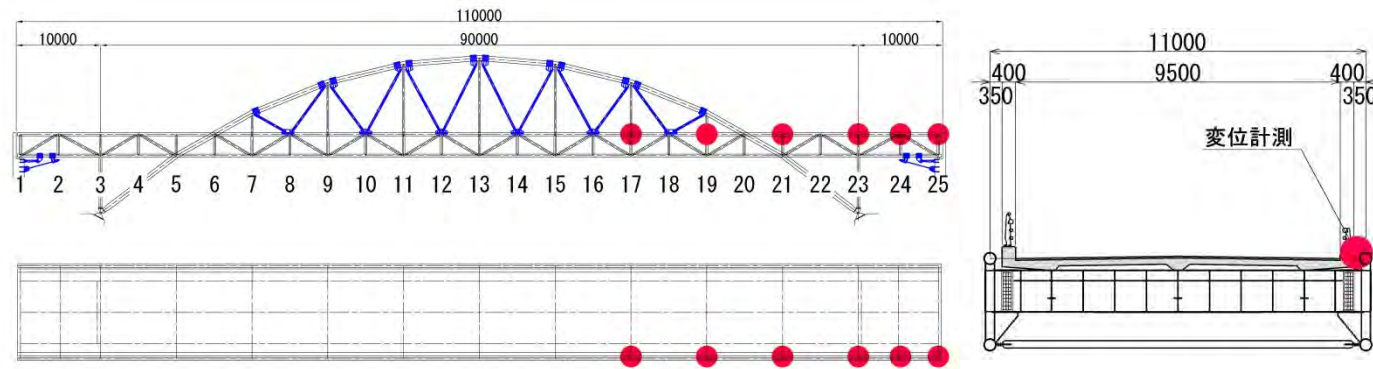


図-3.3 計測位置（主構と床版の橋軸方向の変位差）

表-3.3 主構と床版の橋軸方向の変位差の対比表（並列載荷）

計測位置	単位	現地計測	解析結果	比率
VPR17	mm	0.43	0.15	2.87
VPR19	mm	0.59	0.38	1.55
VPR21	mm	0.68	0.48	1.42
VPR23	mm	0.65	0.78	0.83
VPR24	mm	1.42	0.41	3.46
VPR25	mm	1.37	0.42	3.26

### 3.1.4 応力

#### (1) 横桁、ニーブレースフランジの応力

計測位置：VPR13、VPR15、VPR17、VPR19、VPR21、VPR23、VPR24、VPR25

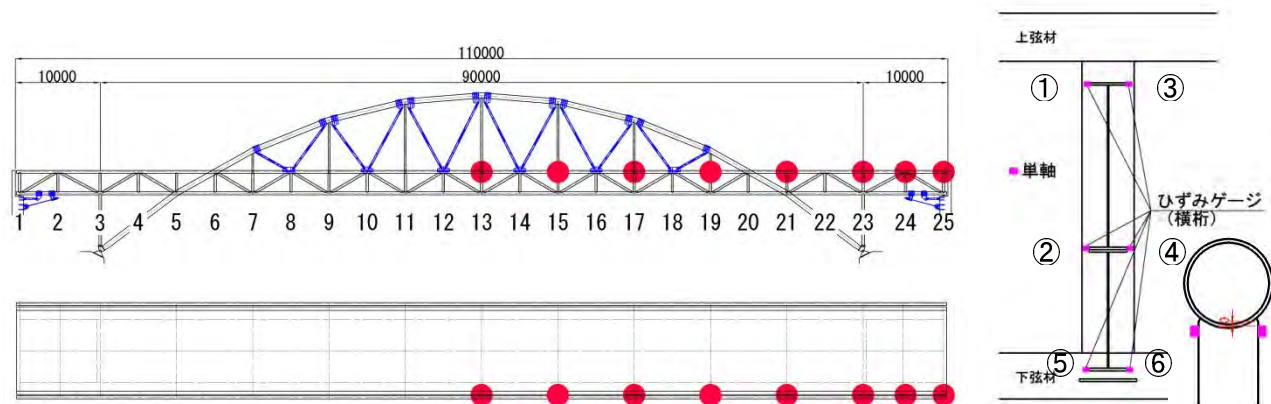


図-3.4 計測位置（横桁、ニーブレースフランジの応力）

表-3.4 横桁の応力の対比表（並列載荷）

計測位置	損傷状況	単位	現地計測	解析結果	比率	計測位置	損傷状況	単位	現地計測	解析結果	比率
VPR13	①③ 健全	N/mm <sup>2</sup>	1.7	2.7	0.63	VPR21	①③ D・D	N/mm <sup>2</sup>	6.2	13.9	0.45
	②④ 健全	N/mm <sup>2</sup>	14.6	5.1	2.86		②④ F・健全	N/mm <sup>2</sup>	44.0	24.1	1.83
	⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	102.3	-	-		⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	91.4	-	-
VPR15	①③ 健全	N/mm <sup>2</sup>	1.0	2.4	0.42	VPR23	①③ E・B	N/mm <sup>2</sup>	3.3	12.3	0.27
	②④ 健全	N/mm <sup>2</sup>	12.2	4.6	2.65		②④ 健全	N/mm <sup>2</sup>	41.7	16.4	2.54
	⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	87.5	-	-		⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	90.1	-	-
VPR17	①③ 健全	N/mm <sup>2</sup>	2.4	0.7	3.43	VPR24	①③ D・D	N/mm <sup>2</sup>	17.8	12.8	1.39
	②④ 健全	N/mm <sup>2</sup>	23.5	7.2	3.26		②④ F・健全	N/mm <sup>2</sup>	48.1	13.1	3.67
	⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	71.4	-	-		⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	49.7	-	-
VPR19	①③ A・C	N/mm <sup>2</sup>	5.0	13.3	0.38	VPR25	①③ E・A	N/mm <sup>2</sup>	47.1	14.2	3.32
	②④ 健全	N/mm <sup>2</sup>	33.4	15.0	2.23		②④ F・健全	N/mm <sup>2</sup>	52.8	13.8	3.83
	⑤⑥ 健全	N/mm <sup>2</sup>	81.4	-	-		⑤⑥ G・G	N/mm <sup>2</sup>	0.3	-	-

■ 切削にて消去

■ ストップホール実施

### (2) 主要部材の応力

計測位置：アーチリブ、上弦材、下弦材、斜材、吊材、垂直材、下横構、耐震ブレース

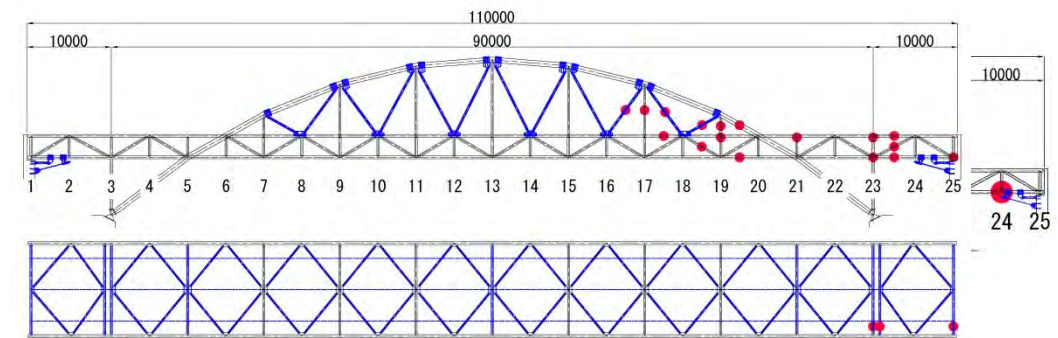


図-3.5 計測位置（主要部材の応力）

表-3.5 主要部材の応力の対比表（並列載荷）

計測位置	単位	現地計測	解析結果		比率		
			剛結合	ピン結合	剛結合	ピン結合	
アーチリブ	VPR19-20	N/mm <sup>2</sup>	11.5	11.6	11.5	0.99	1.00
上弦材	VPR17-18	N/mm <sup>2</sup>	8.0	12.1	12.7	0.66	0.63
	VPR23-24	N/mm <sup>2</sup>	5.1	1.3	1.2	3.92	4.25
下弦材	VPR19-20	N/mm <sup>2</sup>	14.8	19.7	19.5	0.75	0.76
	VPR23-24	N/mm <sup>2</sup>	14.0	1.6	2.5	8.75	5.60
斜材	VPR18-19	N/mm <sup>2</sup>	13.0	10.5	8.0	1.24	1.63
	VPR23-24	N/mm <sup>2</sup>	13.0	9.9	6.0	1.31	2.17
吊材	VPR17	N/mm <sup>2</sup>	14.8	20.1	11.3	0.74	1.31
	VPR19	N/mm <sup>2</sup>	18.7	26.1	8.3	0.72	2.25
垂直材	VPR19	N/mm <sup>2</sup>	7.8	13.0	13.0	0.60	0.60
	VPR21	N/mm <sup>2</sup>	8.0	8.6	11.1	0.93	0.72
	VPR23	N/mm <sup>2</sup>	3.1	6.5	9.3	0.48	0.33
下横構 水平材	VPR23起点	N/mm <sup>2</sup>	8.9	3.0	5.9	2.97	1.51
	VPR23終点	N/mm <sup>2</sup>	3.7	1.7	1.5	2.18	2.47
	VPR25	N/mm <sup>2</sup>	2.7	1.1	0.2	2.45	13.50

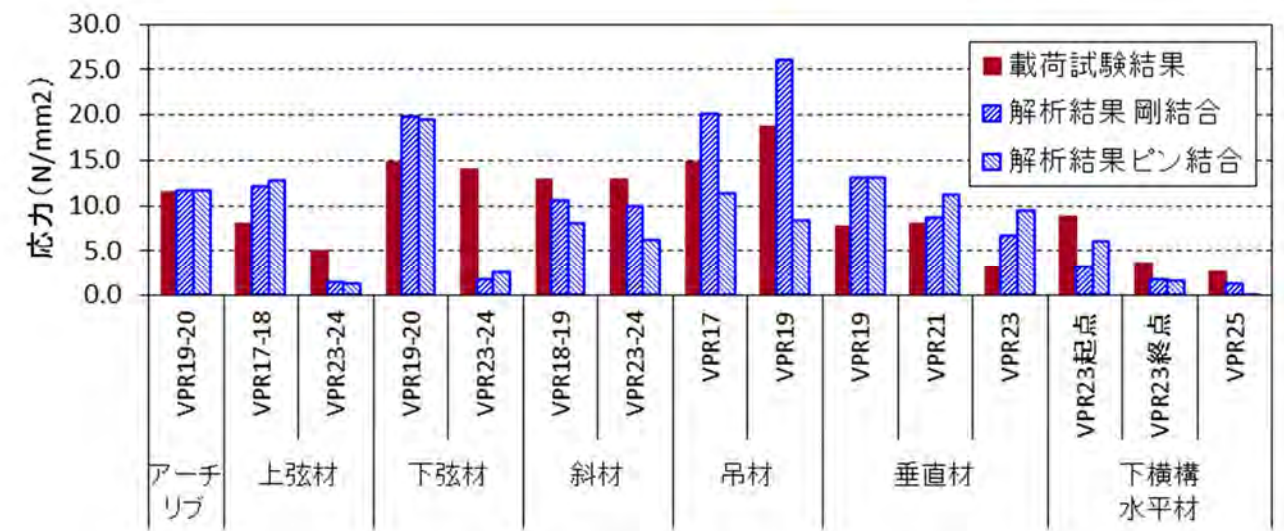


図-3.6 主要部材の応力の対比図（並列載荷）

(3) 縦、横桁の上下フランジ応力

計測位置：【縦桁】歩道側、橋軸中央部、車道側

【横桁】アーチ部中間横桁 [間隔 9.0m]、側径間部中間横桁 [間隔 4.75m]、端横桁

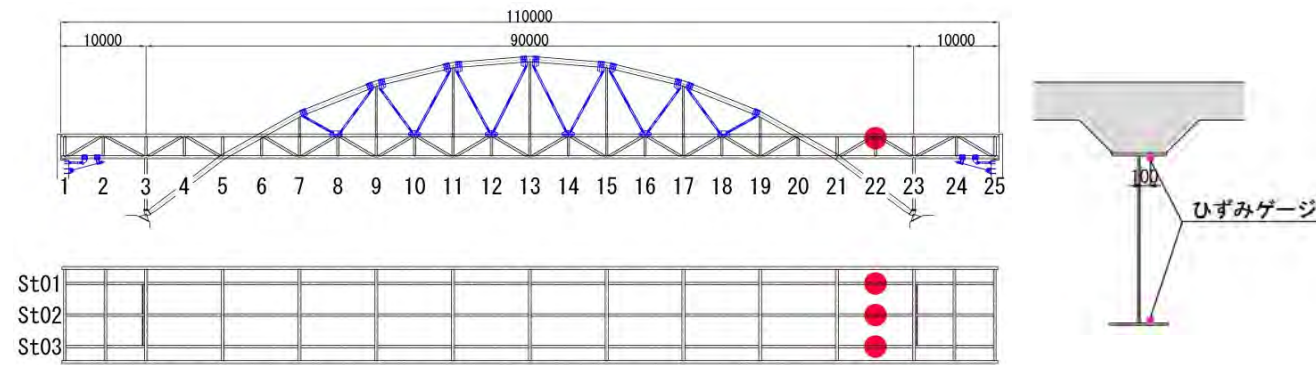


図-3.7 計測位置 (縦桁の上下フランジ応力)

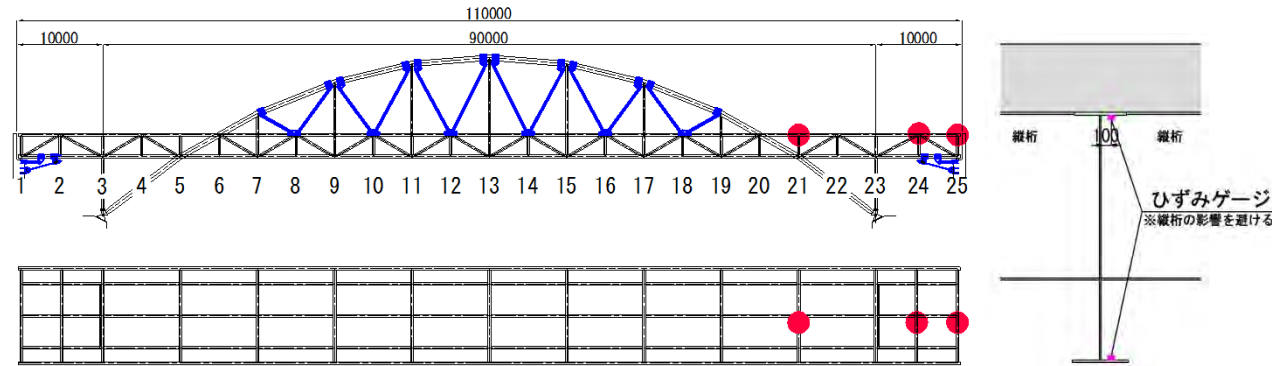


図-3.8 計測位置 (横桁の上下フランジ応力)

表-3.6 床版有効幅の対比表 (並列載荷)

	単位	縦桁			単位	横桁	
		現地計測 より推定	解析			現地計測 より推定	解析
ST1桁	m	12.0	3.3	アーチ中間横桁	m	1.4	9.0
ST2桁	m	1.6	3.7	側径間中間横桁	m	1.2	4.8
ST3桁	m	4.4	3.3	端横桁	m	0.4	2.7

(4) 垂直材・下弦材の応力

計測位置：VPR1、VPR19、VPR23

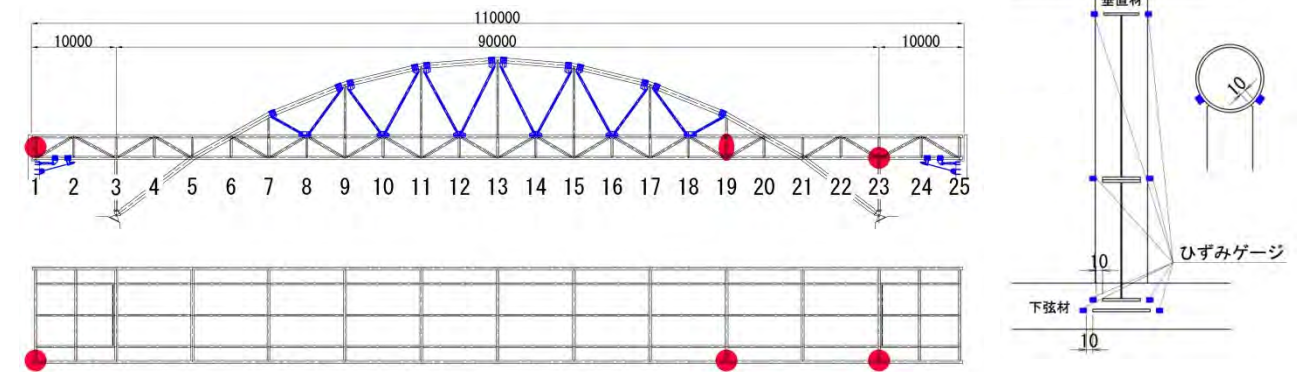


図-3.9 計測位置 (垂直材・下弦材の応力)

表-3.7 垂直材・下弦材の応力の対比表 (並列載荷)

計測位置	損傷状況	単位	現地計測	解析結果	比率	
VPR19	①③	A・C	N/mm <sup>2</sup>	4.2	4.4	0.95
	②④	健全	N/mm <sup>2</sup>	30.6	0.3	102.00
	⑤⑥	健全	N/mm <sup>2</sup>	4.2	4.7	0.89
	⑦⑧	健全	N/mm <sup>2</sup>	12.9	14.8	0.87
VPR23	①③	E・B	N/mm <sup>2</sup>	—	—	—
	②④	健全	N/mm <sup>2</sup>	—	—	—
	⑤⑥	健全	N/mm <sup>2</sup>	15.2	7.5	2.03
	⑦⑧	健全	N/mm <sup>2</sup>	16.9	6.3	2.68

■ 切削にて消去

※数値は、絶対値を示す。

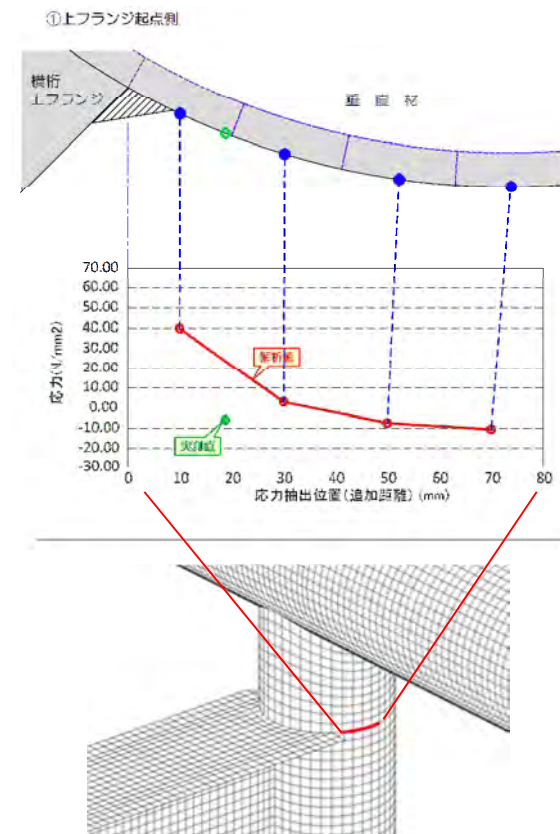


図-3.10 垂直材の局部応力の検証 (VP19)

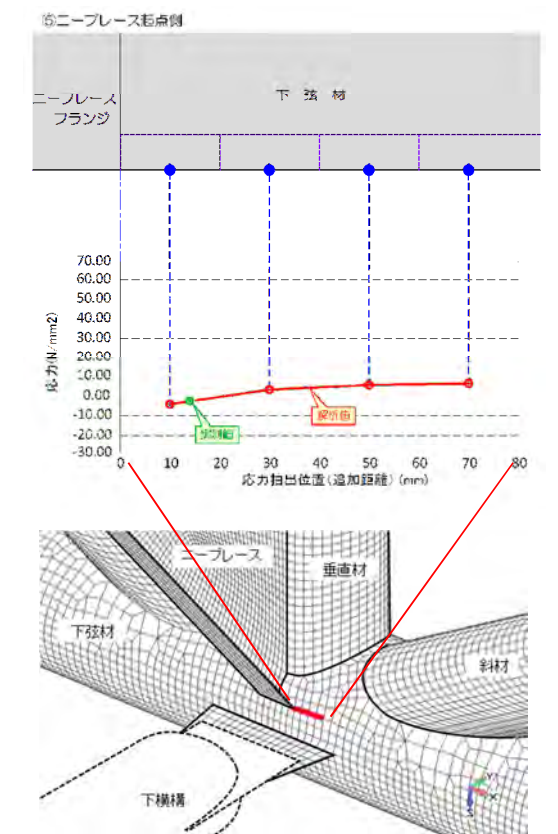


図-3.11 下弦材の局部応力の検証 (VP19)

(5) 格点部の応力

計測位置：VPR19（吊材の格点部の内、応力の大きいと想定される箇所）

VPR21（アーチリブと上下弦材の格点部の内、応力の大きいと想定される箇所）

VPR23（上下弦材と斜材の格点部の内、支柱に結合した箇所）

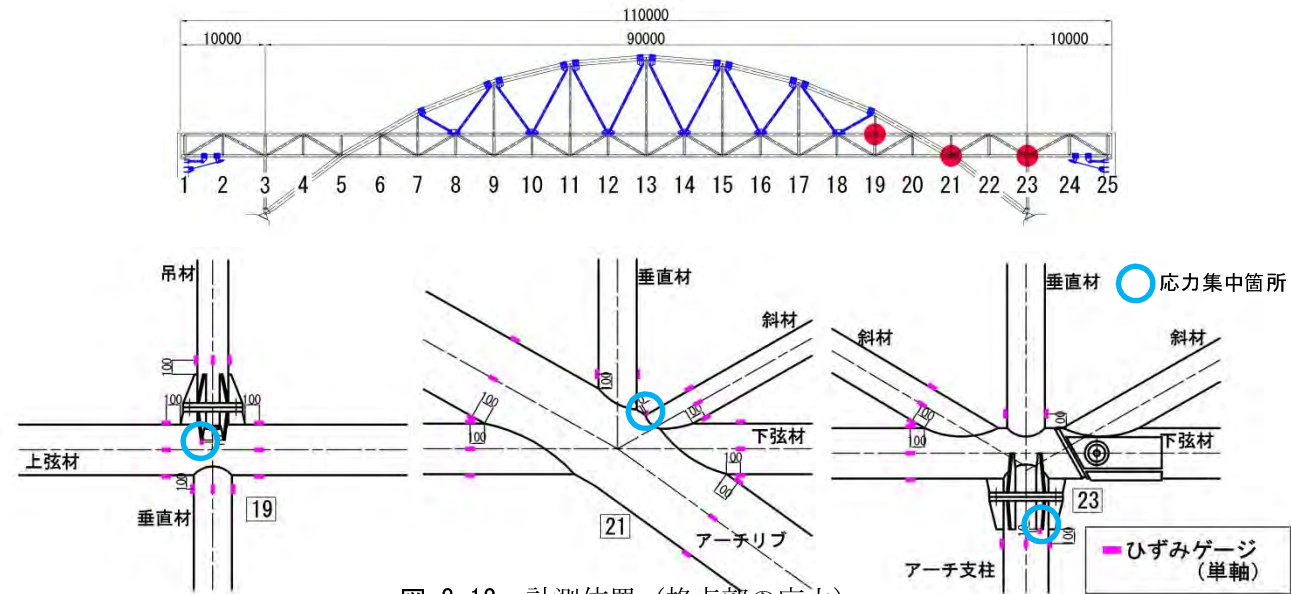


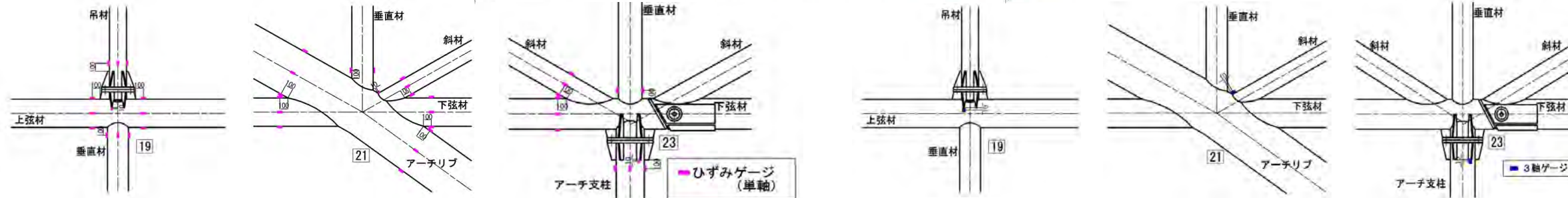
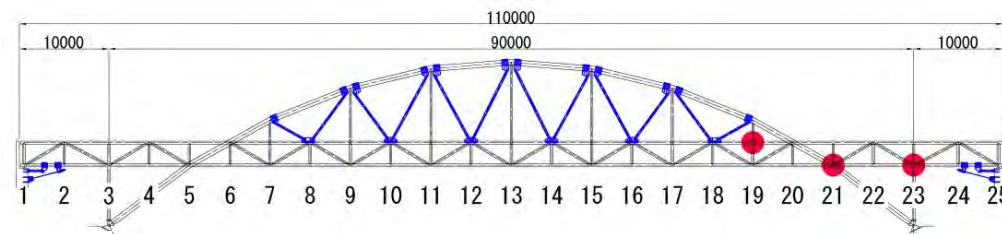
図-3.12 計測位置（格点部の応力）

表-3.8 格点部の応力の対比表（並列載荷）

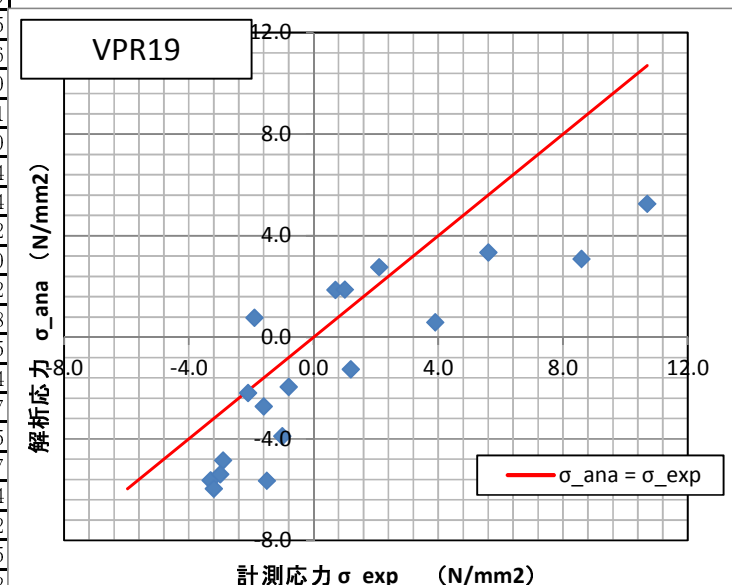
計測位置		単位	現地計測	解析結果	比率	備考	
VPR19	吊材	N/mm <sup>2</sup>	22.8	8.3	2.75		
	上弦材	起点	N/mm <sup>2</sup>	13.5	16.1	0.84	
		終点	N/mm <sup>2</sup>	10.2	15.1	0.68	
	垂直材	N/mm <sup>2</sup>	25.7	14.4	1.78		
VPR21	吊材リブ	N/mm <sup>2</sup>	9.0	16.5	0.55	応力集中箇所	
	垂直材	N/mm <sup>2</sup>	10.1	13.3	0.76		
		斜材	N/mm <sup>2</sup>	14.2	13.5	1.05	
	アーチリブ	起点	N/mm <sup>2</sup>	4.1	3.2	1.28	
		終点	N/mm <sup>2</sup>	9.0	4.4	2.05	
	下弦材	起点	N/mm <sup>2</sup>	6.3	9.3	0.68	
終点		N/mm <sup>2</sup>	14.4	1.0	14.40		
VPR23	斜材接合部	N/mm <sup>2</sup>	21.2	25.6	0.83	応力集中箇所	
	垂直材	N/mm <sup>2</sup>	4.2	13.0	0.32		
	斜材	N/mm <sup>2</sup>	5.7	2.7	2.11		
	下弦材	N/mm <sup>2</sup>	7.2	4.6	1.57		
	アーチ支柱	N/mm <sup>2</sup>	26.9	22.9	1.17		
アーチ支柱リブ	N/mm <sup>2</sup>	24.2	27.9	0.87	応力集中箇所		

表-3.9 片側走行（下り線）結果

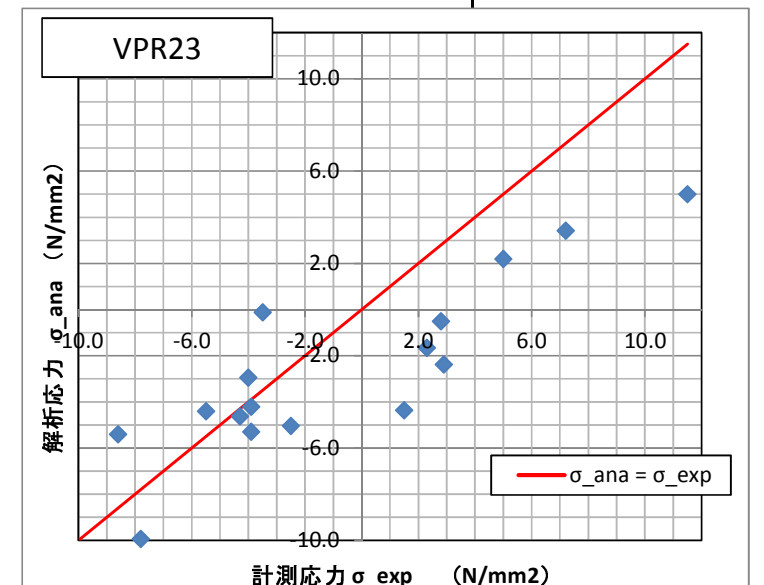
荷重ケース1：片側（下り車線）



計測位置	荷重ケース	荷重位置	最大応力(N/mm <sup>2</sup> )			計測位置	荷重ケース	荷重位置	最大応力(N/mm <sup>2</sup> )						
			現地計測	解析結果	比率 計測/解析				現地計測	解析結果	比率 計測/解析				
VPR19	公称 応力	吊材 起点	ケース1(下り)	VP19	3.9	0.6	6.66	VPR21	局部 応力	DM21-最大主応力	ケース1(下り)	VP20	6.3	10.5	0.60
		吊材 終点	ケース1(下り)	VP19	5.6	3.3	1.68			DM21-最小主応力	ケース1(下り)	VP20	3.0	3.9	0.77
		吊材 左側	ケース1(下り)	VP19	8.6	3.1	2.79								
		吊材 右側	ケース1(下り)	VP19	0.7	1.9	0.37	VPR23	公称 応力	垂直材 起点	ケース1(下り)	VP20	-3.5	-0.1	29.69
		上弦材 起点上	ケース1(下り)	VP19	-3.3	-5.6	0.59			垂直材 終点	ケース1(下り)	VP20	2.3	-1.7	-1.38
		上弦材 起点下	ケース1(下り)	VP19	-0.8	-2.0	0.41			斜材 上面	ケース1(下り)	VP20	2.9	-2.4	-1.22
		上弦材 起点左	ケース1(下り)	VP19	-1.0	-3.9	0.26			斜材 下面	ケース1(下り)	VP20	-4.3	-4.6	0.93
		上弦材 起点右	ケース1(下り)	VP19	-2.9	-4.8	0.60			斜材 左側	ケース1(下り)	VP20	-2.5	-5.0	0.50
		上弦材 終点上	ケース1(下り)	VP19	-2.1	-2.2	0.95			斜材 右側	ケース1(下り)	VP20	1.5	-4.4	-0.34
		上弦材 終点下	ケース1(下り)	VP19	-1.6	-2.7	0.59			下弦材 上面	ケース1(下り)	VP20	11.5	5.0	2.30
		上弦材 終点左	ケース1(下り)	VP19	-1.5	-5.7	0.27			下弦材 下面	ケース1(下り)	VP20	2.8	-0.5	-5.42
		上弦材 終点右	ケース1(下り)	VP19	-3.0	-5.4	0.56			下弦材 左側	ケース1(下り)	VP20	5.0	2.2	2.29
		垂直材 起点	ケース1(下り)	VP19	1.2	-1.3	-0.95			下弦材 右側	ケース1(下り)	VP20	7.2	3.4	2.11
		垂直材 終点	ケース1(下り)	VP19	2.1	2.8	0.76			アーチ支柱 起点	ケース1(下り)	VP20	-4.0	-3.0	1.35
垂直材 左側	ケース1(下り)	VP19	10.7	5.3	2.04	アーチ支柱 終点	ケース1(下り)	VP20	-5.5	-4.4	1.25				
垂直材 右側	ケース1(下り)	VP19	-1.9	0.8	-2.48	アーチ支柱 左側	ケース1(下り)	VP20	-8.6	-5.4	1.59				
U19-最大主応力	ケース1(下り)	VP19	1.0	1.9	0.53	アーチ支柱 右側	ケース1(下り)	VP20	-3.9	-4.2	0.93				
U19-最小主応力	ケース1(下り)	VP19	-3.2	-6.0	0.54	A23-最大主応力	ケース1(下り)	VP23	-3.9	-5.3	0.74				
						A23-最小主応力	ケース1(下り)	VP23	-7.8	-9.9	0.78				
VPR21	公称 応力	垂直材 起点	ケース1(下り)	VP20	1.8	1.9	0.92								
		垂直材 終点	ケース1(下り)	VP20	-2.3	-4.6	0.50								
		斜材 上面	ケース1(下り)	VP20	3.9	5.2	0.75								
		斜材 下面	ケース1(下り)	VP20	2.5	5.5	0.46								
		斜材 左側	ケース1(下り)	VP20	1.9	6.3	0.30								
		斜材 右側	ケース1(下り)	VP20	4.3	7.1	0.61								
		アーチリブ 起点上	ケース1(下り)	VP20	-2.0	-1.7	1.20								
		アーチリブ 起点下	ケース1(下り)	VP20	-2.9	0.5	-5.74								
		アーチリブ 起点左	ケース1(下り)	VP20	-2.9	-1.1	2.54								
		アーチリブ 起点右	ケース1(下り)	VP20	-2.2	7.0	-0.32								
		アーチリブ 終点上	ケース1(下り)	VP20	-3.5	-1.6	2.20								
		アーチリブ 終点下	ケース1(下り)	VP20	-2.7	0.5	-5.02								
		アーチリブ 終点左	ケース1(下り)	VP20	-3.1	-1.3	2.48								
		アーチリブ 終点右	ケース1(下り)	VP20	-1.9	-0.6	2.95								
		下弦材 起点上	ケース1(下り)	VP20	4.5	4.8	0.94								
		下弦材 起点下	ケース1(下り)	VP20	-3.7	6.5	-0.57								
		下弦材 起点左	ケース1(下り)	VP20	-3.6	5.5	-0.65								
		下弦材 起点右	ケース1(下り)	VP20	4.7	7.0	0.67								
下弦材 終点上	ケース1(下り)	VP20	5.6	-0.1	-52.64										
下弦材 終点下	ケース1(下り)	VP20	6.1	-0.7	-8.22										
下弦材 終点左	ケース1(下り)	VP20	5.1	0.3	15.05										
下弦材 終点右	ケース1(下り)	VP20	7.5	0.4	19.42										



計測応力と解析応力の比較(VPR19, 荷重ケース1片側下り線)

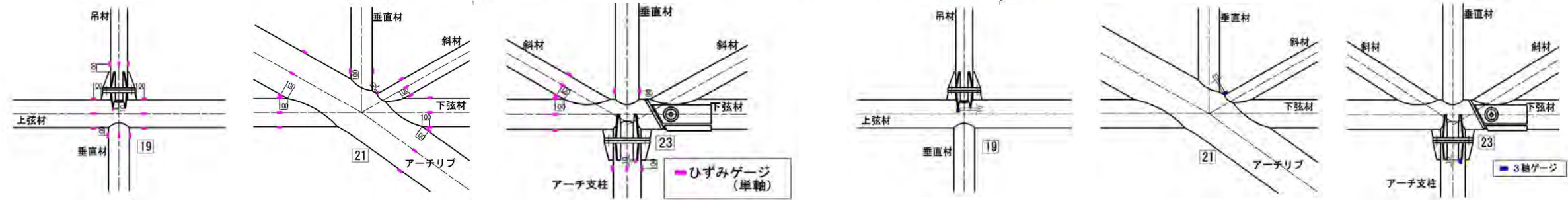
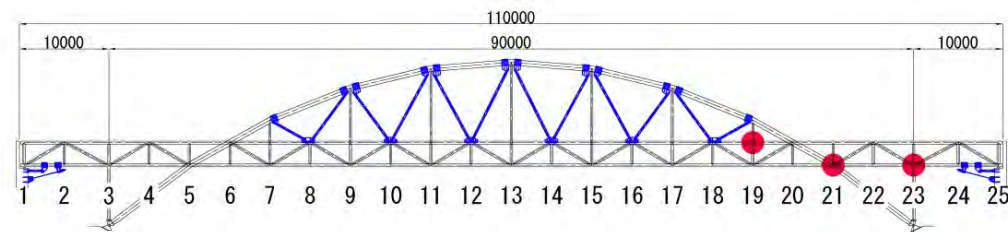


計測応力と解析応力の比較(VPR23, 荷重ケース1片側下り線)

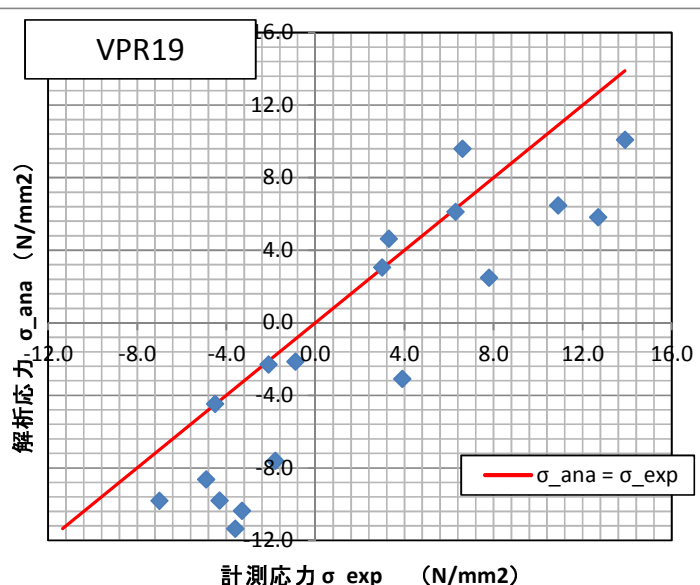


表-3.10 片側走行（上り線）結果

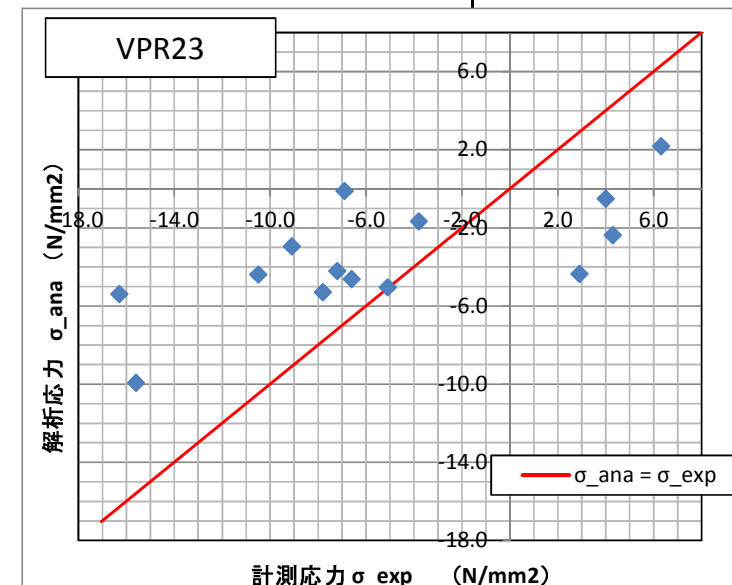
载荷ケース2：片側（上り車線）



計測位置	载荷ケース	载荷位置	最大応力(N/mm <sup>2</sup> )			計測位置	载荷ケース	载荷位置	最大応力(N/mm <sup>2</sup> )		
			現地計測	解析結果	比率				現地計測	解析結果	比率
VPR19	公称 応力	吊材 起点	7.8	2.5	3.14	VPR21	局部 応力	DM21-最大主応力	12.3	16.6	0.74
		吊材 終点	10.9	6.5	1.68			DM21-最小主応力	5.5	6.0	0.92
		吊材 左側	12.7	5.8	2.19		VPR23	公称 応力	垂直材 起点	-6.9	-5.9
		吊材 右側	6.3	6.1	1.03	垂直材 終点			-3.8	-11.4	0.33
		上弦材 起点上	-7.0	-9.8	0.71	斜材 上面			4.3	1.1	4.06
		上弦材 起点下	-0.9	-2.1	0.42	斜材 下面			-6.6	-1.4	4.68
		上弦材 起点左	-1.8	-7.6	0.24	斜材 左側			-5.1	-3.0	1.68
		上弦材 起点右	-4.9	-8.6	0.57	斜材 右側			2.9	-1.4	-2.02
		上弦材 終点上	-4.5	-4.5	1.00	下弦材 上面			14.3	3.3	4.29
		上弦材 終点下	-2.1	-2.3	0.91	下弦材 下面			4.0	1.2	3.36
		上弦材 終点左	-3.6	-11.4	0.32	下弦材 左側			6.3	-2.1	-2.96
		上弦材 終点右	-4.3	-9.8	0.44	下弦材 右側			9.0	3.6	2.48
	垂直材 起点	3.9	-3.1	-1.26	アーチ支柱 起点	-9.1			-9.3	0.98	
	垂直材 終点	6.6	9.6	0.69	アーチ支柱 終点	-10.5			-11.6	0.90	
	垂直材 左側	13.9	10.1	1.38	アーチ支柱 左側	-16.3	-17.0	0.96			
	垂直材 右側	3.0	3.0	0.98	アーチ支柱 右側	-7.2	-11.7	0.61			
	局部 応力	U19-最大主応力	VP20	3.3	4.6	0.71	A23-最大主応力	VP24	-7.8	-8.7	0.90
		U19-最小主応力	VP20	-3.3	-10.4	0.32	A23-最小主応力	VP24	-15.6	-16.6	0.94
VPR21	公称 応力	垂直材 起点	-3.8	-4.4	0.86	計測 応力 $\sigma_{exp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	解析 応力 $\sigma_{ana}$ (N/mm <sup>2</sup> )	計測 応力 $\sigma_{exp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	解析 応力 $\sigma_{ana}$ (N/mm <sup>2</sup> )	比率	
		垂直材 終点	-8.3	-10.9	0.76						
		斜材 上面	6.9	7.9	0.87						
		斜材 下面	5.0	7.3	0.69						
		斜材 左側	5.2	9.0	0.58						
		斜材 右側	6.3	8.7	0.73						
		アーチリブ 起点上	-3.5	-2.6	1.34						
		アーチリブ 起点下	-5.2	0.5	-10.66						
		アーチリブ 起点左	-4.8	-1.4	3.52						
		アーチリブ 起点右	-4.4	5.4	-0.82						
		アーチリブ 終点上	-6.3	-3.8	1.67						
		アーチリブ 終点下	-4.9	-0.4	11.51						
		アーチリブ 終点左	-5.3	-3.5	1.52						
		アーチリブ 終点右	-3.9	-2.8	1.38						
		下弦材 起点上	7.1	2.6	2.74						
		下弦材 起点下	-4.0	5.3	-0.75						
		下弦材 起点左	-4.0	3.2	-1.25						
		下弦材 起点右	5.4	5.4	1.01						
		下弦材 終点上	7.3	-0.2	-32.88						
		下弦材 終点下	10.3	-1.6	-6.60						
		下弦材 終点左	9.0	0.8	11.97						
		下弦材 終点右	9.6	0.7	12.90						



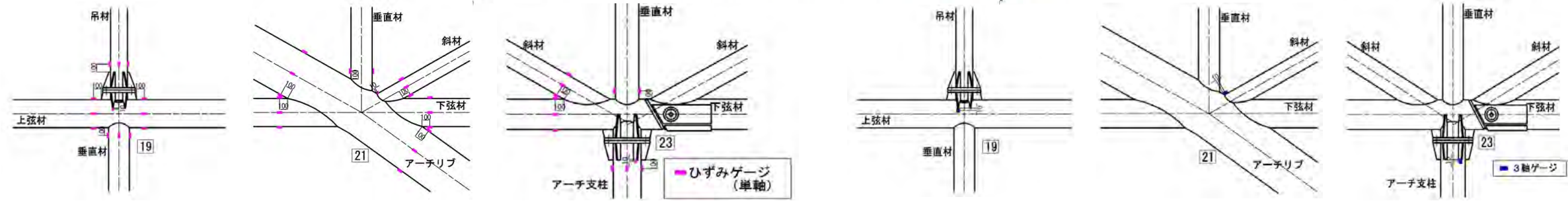
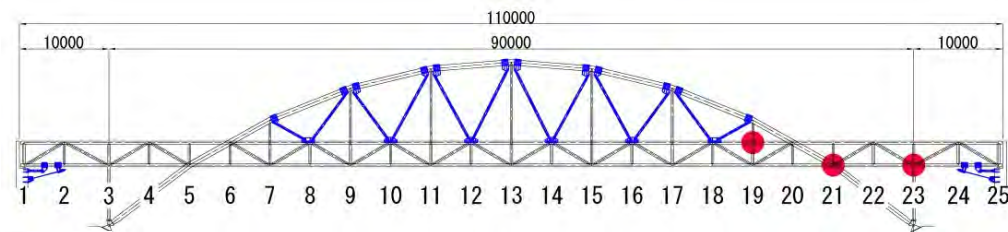
計測応力と解析応力の比較(VPR19, 载荷ケース2片側上り線)



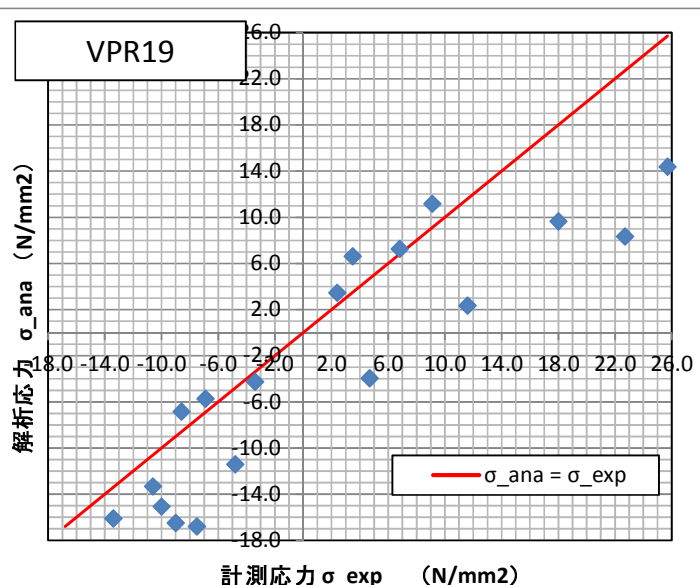
計測応力と解析応力の比較(VPR23, 载荷ケース2片側上り線)

表-3.11 並行走行結果

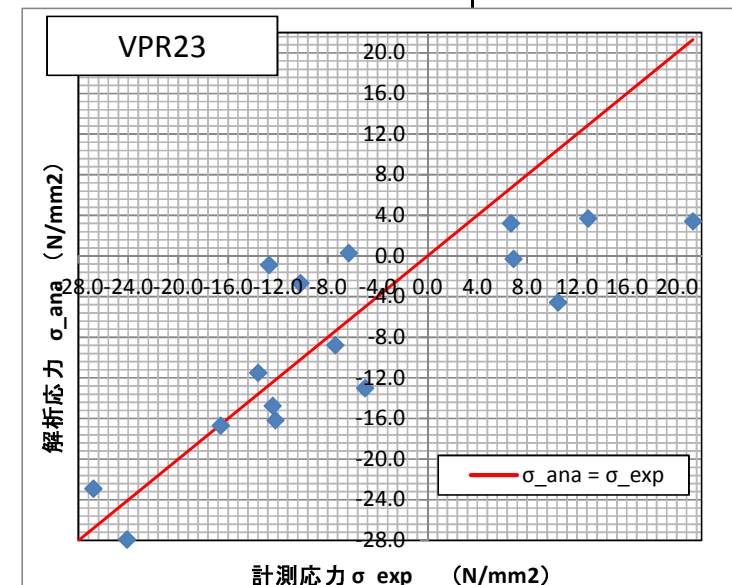
载荷ケース3：並列



計測位置	载荷ケース	载荷位置	最大応力(N/mm <sup>2</sup> )			計測位置	载荷ケース	载荷位置	最大応力(N/mm <sup>2</sup> )		
			現地計測	解析結果	比率				現地計測	解析結果	比率
VPR19	公称応力	吊材 起点	11.6	2.3	5.00	VPR21	局部応力	DM21-最大主応力	21.0	25.6	0.82
		吊材 終点	18.0	9.6	1.87			DM21-最小主応力	9.3	9.4	0.99
		吊材 左側	22.7	8.3	2.73		VPR23	公称応力	垂直材 起点	-7.4	-8.8
		吊材 右側	6.8	7.2	0.94	垂直材 終点			-5.0	-13.0	0.38
		上弦材 起点上	-13.4	-16.1	0.83	斜材 上面			6.7	3.2	2.09
		上弦材 起点下	-3.4	-4.3	0.80	斜材 下面			-12.7	-0.9	14.11
		上弦材 起点左	-4.8	-11.4	0.42	斜材 左側			-10.2	-2.7	3.78
		上弦材 起点右	-10.6	-13.3	0.80	斜材 右側			-6.3	0.3	-21.00
		上弦材 終点上	-8.6	-6.8	1.26	下弦材 上面			21.3	3.4	6.26
		上弦材 終点下	-6.9	-5.7	1.20	下弦材 下面			6.9	-0.3	-23.00
		上弦材 終点左	-7.5	-16.8	0.45	下弦材 左側			10.5	-4.6	-2.28
		上弦材 終点右	-10.0	-15.1	0.66	下弦材 右側			12.9	3.7	3.49
	垂直材 起点	4.7	-4.0	-1.19	アーチ支柱 起点	-13.6			-11.5	1.18	
	垂直材 終点	9.1	11.2	0.81	アーチ支柱 終点	-16.6			-16.7	0.99	
	垂直材 左側	25.7	14.4	1.79	アーチ支柱 左側	-26.8	-22.9	1.17			
	垂直材 右側	2.4	3.5	0.69	アーチ支柱 右側	-12.2	-16.2	0.75			
	局部応力	U19-最大主応力	3.5	6.6	0.53	局部応力	A23-最大主応力	-12.4	-14.8	0.84	
		U19-最小主応力	-9.0	-16.5	0.55		A23-最小主応力	-24.1	-27.9	0.86	
VPR21	公称応力	垂直材 起点	6.2	-3.7	-1.69	計測応力と解析応力の比較(VPR19, 载荷ケース3並列)	解析応力 $\sigma_{ana}$ (N/mm <sup>2</sup> )	計測応力 $\sigma_{exp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	計測応力と解析応力の比較(VPR23, 载荷ケース3並列)	解析応力 $\sigma_{ana}$ (N/mm <sup>2</sup> )	計測応力 $\sigma_{exp}$ (N/mm <sup>2</sup> )
		垂直材 終点	-11.2	-13.3	0.84						
		斜材 上面	12.5	11.1	1.12						
		斜材 下面	11.6	10.9	1.06						
		斜材 左側	10.4	13.2	0.79						
		斜材 右側	14.3	13.5	1.06						
		アーチリブ 起点上	-6.0	-3.2	1.89						
		アーチリブ 起点下	-7.9	1.8	-4.36						
		アーチリブ 起点左	-7.6	-1.4	5.48						
		アーチリブ 起点右	-6.7	9.1	-0.73						
		アーチリブ 終点上	-9.9	-4.4	2.25						
		アーチリブ 終点下	-7.3	1.0	-7.27						
		アーチリブ 終点左	-7.6	-3.7	2.04						
		アーチリブ 終点右	-5.8	-2.4	2.37						
		下弦材 起点上	13.6	4.4	3.08						
		下弦材 起点下	8.8	9.3	0.95						
		下弦材 起点左	9.0	6.0	1.51						
		下弦材 起点右	12.7	9.1	1.39						
		下弦材 終点上	9.3	-0.3	-34.79						
		下弦材 終点下	16.3	-2.0	-8.25						
		下弦材 終点左	11.8	0.9	12.83						
		下弦材 終点右	15.3	1.0	16.07						



計測応力と解析応力の比較(VPR19, 载荷ケース3並列)



計測応力と解析応力の比較(VPR23, 载荷ケース3並列)

### 3.2 動的載荷試験結果

#### 3.2.1 主要部材の応力

##### (1) アーチリブ

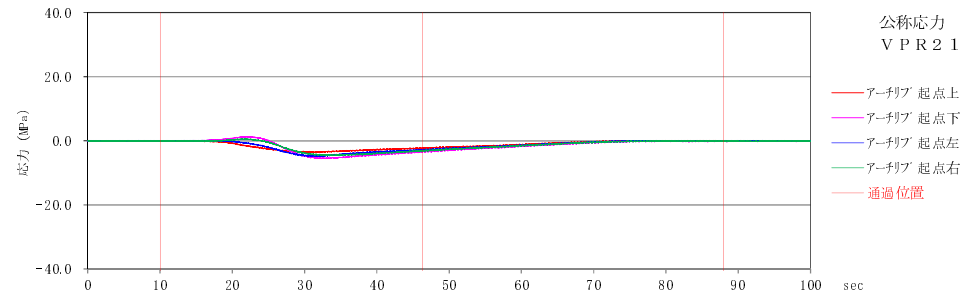


図-3.13 アーチリブ公称応力 (VPR21, 単独走行 (上り) 5km/h)

##### (2) 吊材

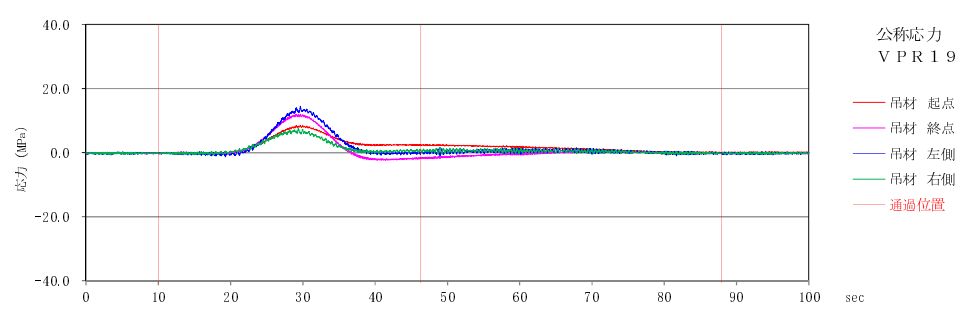


図-3.16 吊材公称応力 (VPR19, 単独走行 (上り) 5km/h)

##### (3) アーチ支柱

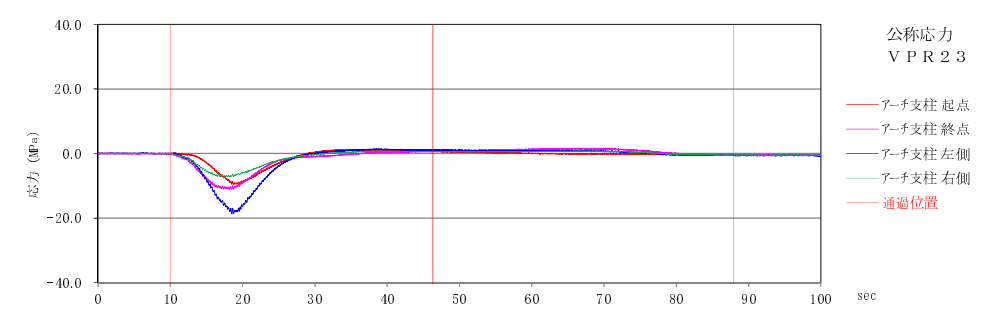


図-3.19 アーチ支柱公称応力 (VPR23, 単独走行 (上り) 5km/h)

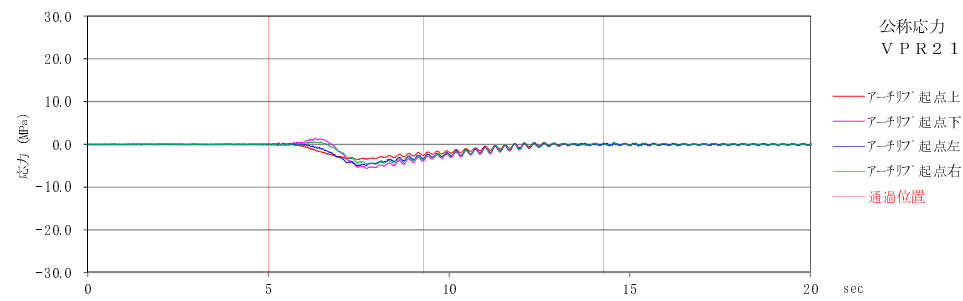


図-3.14 アーチリブ公称応力 (VPR21, 単独走行 (上り) 50km/h)

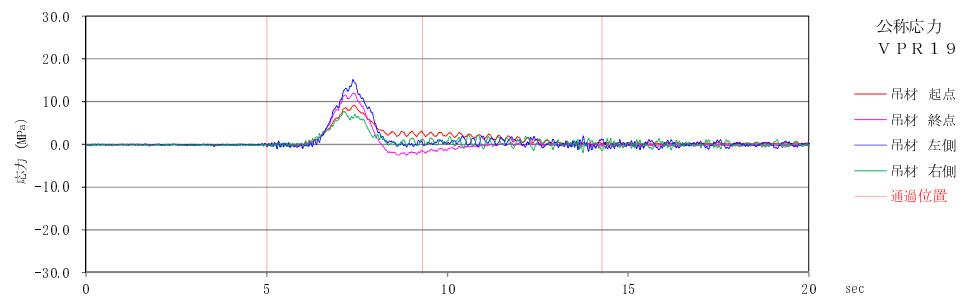


図-3.17 吊材公称応力 (VPR19, 単独走行 (上り) 50km/h)

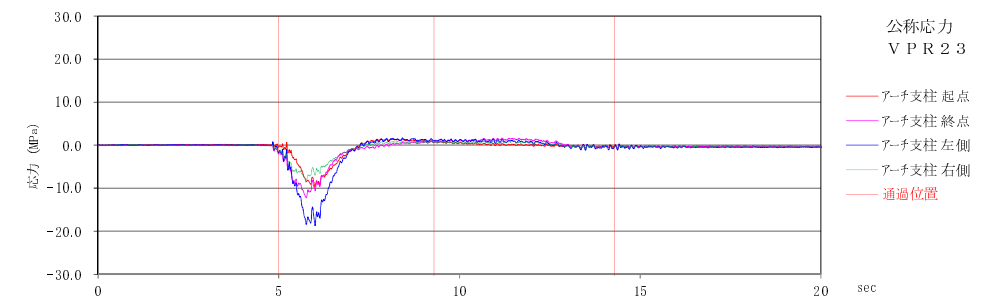


図-3.20 アーチ支柱公称応力 (VPR23, 単独走行 (上り) 50km/h)

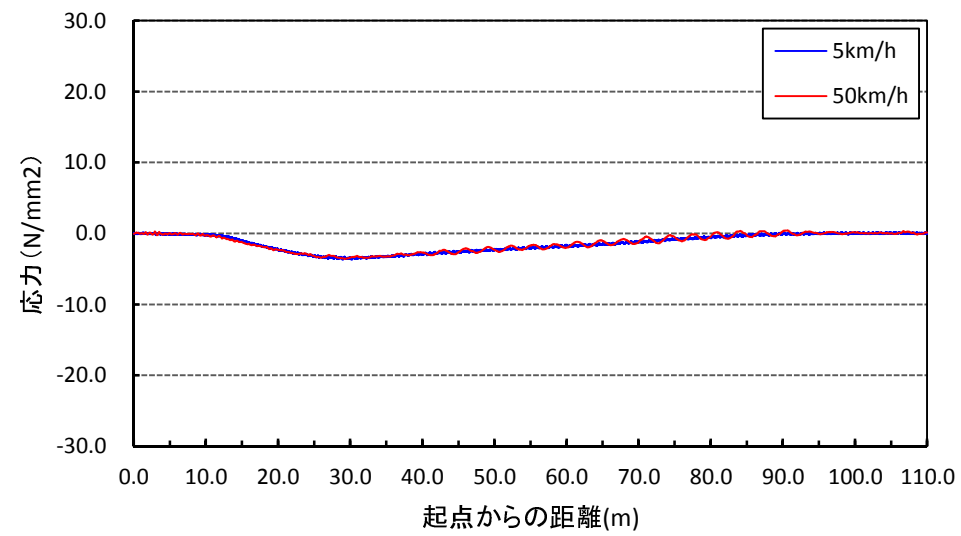


図-3.15 アーチリブ公称応力の比較

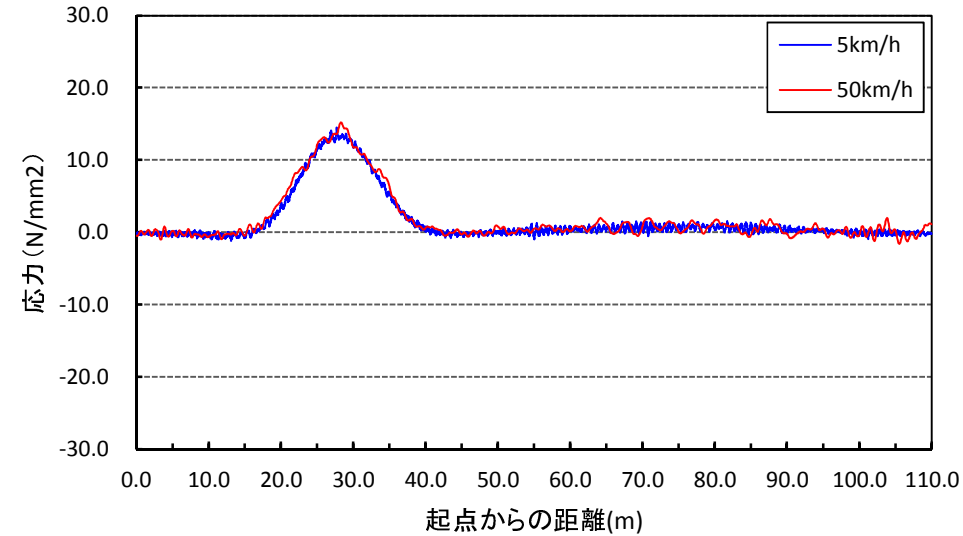


図-3.18 吊材公称応力の比較

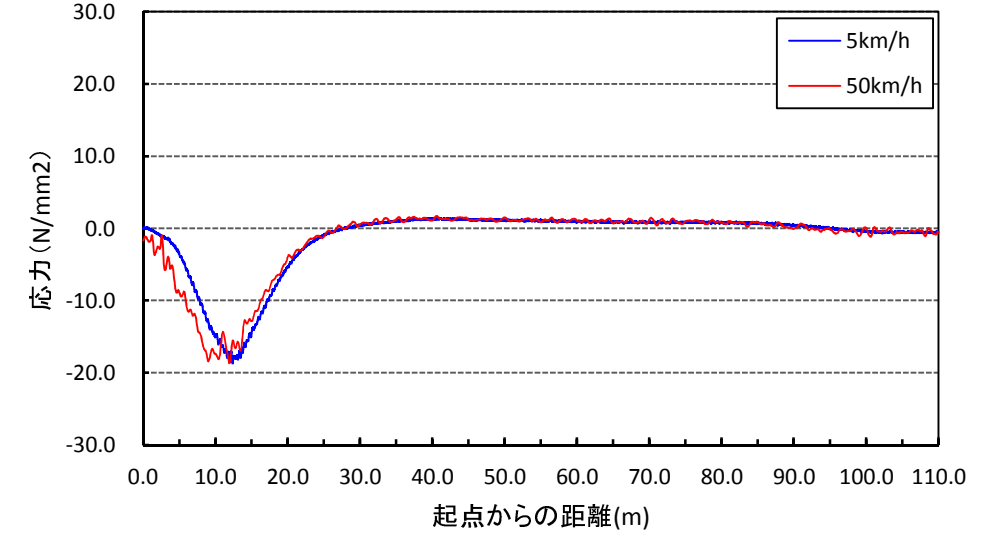


図-3.21 アーチ支柱公称応力の比較

(4) 上弦材

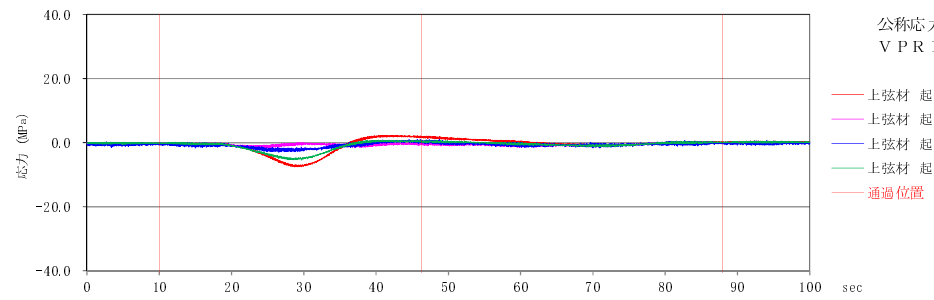


図-3.22 上弦材公称応力 (VPR19, 単独走行 (上り) 5km/h)

(5) 下弦材

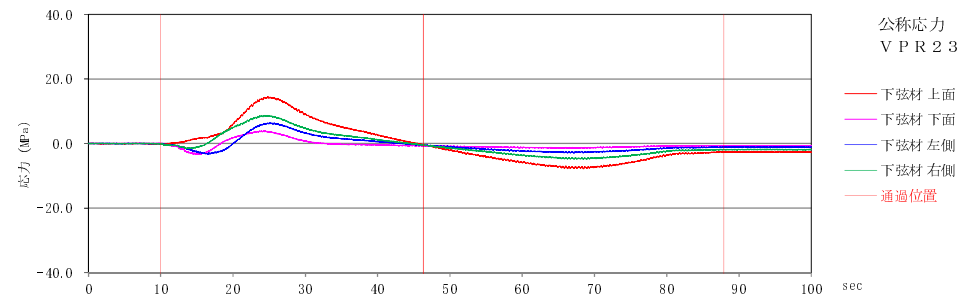


図-3.25 下弦材公称応力 (VPR23, 単独走行 (上り) 5km/h)

(6) 垂直材

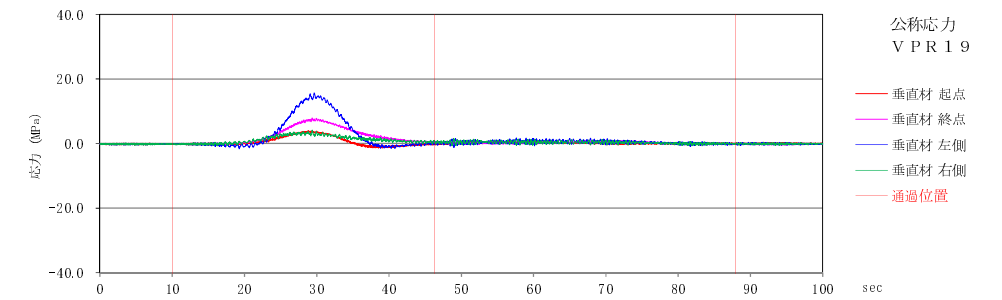


図-3.28 垂直材公称応力 (VPR19, 単独走行 (上り) 5km/h)

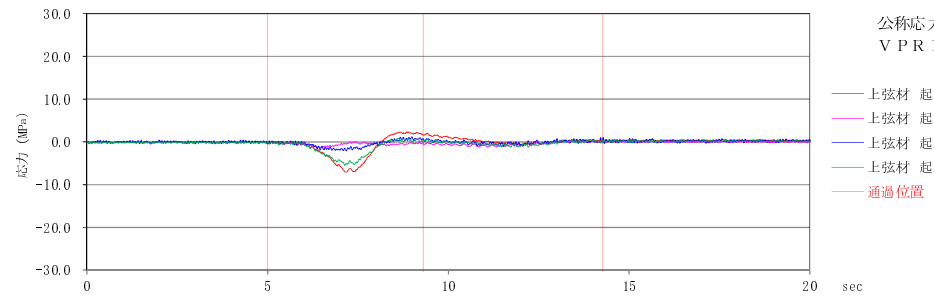


図-3.23 上弦材公称応力 (VPR19, 単独走行 (上り) 50km/h)

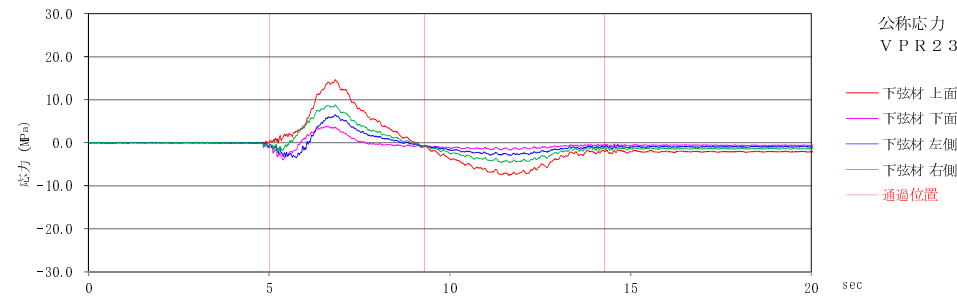


図-3.26 下弦材公称応力 (VPR23, 単独走行 (上り) 50km/h)

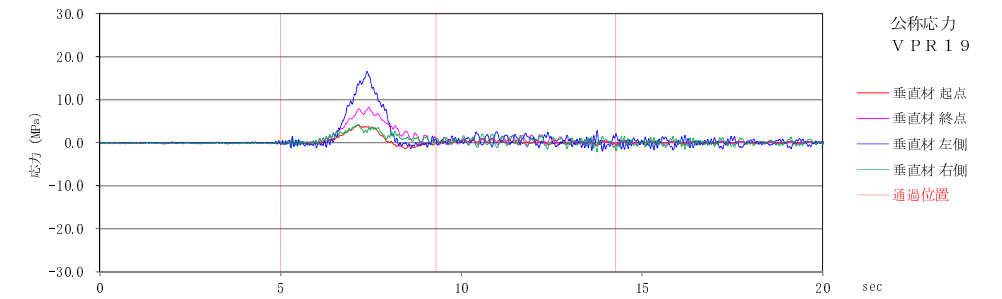


図-3.29 垂直材公称応力 (VPR19, 単独走行 (上り) 50km/h)

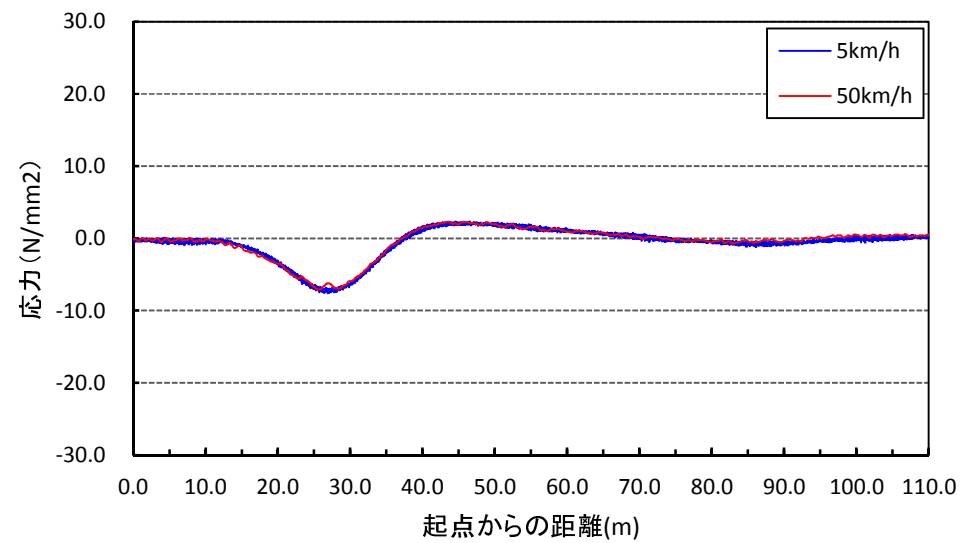


図-3.24 上弦材公称応力の比較

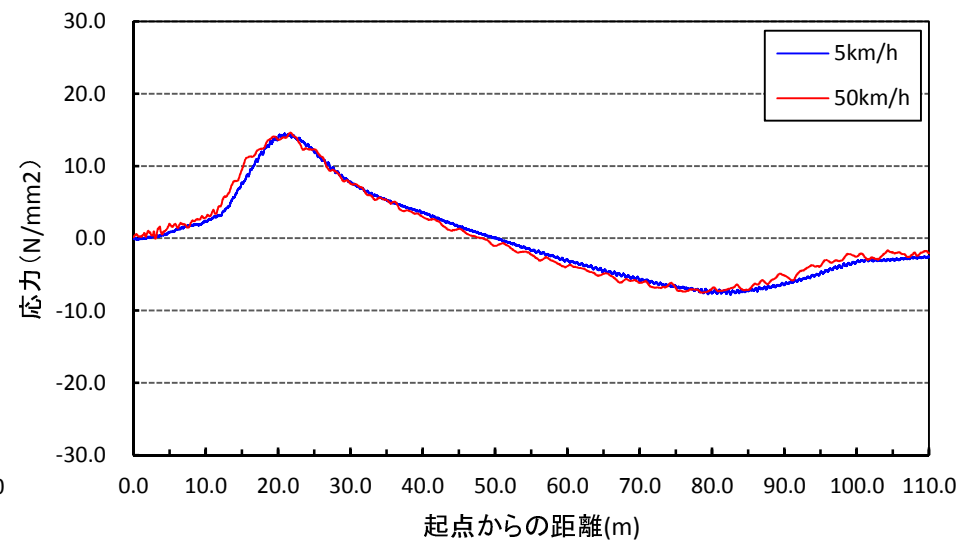


図-3.27 下弦材公称応力の比較

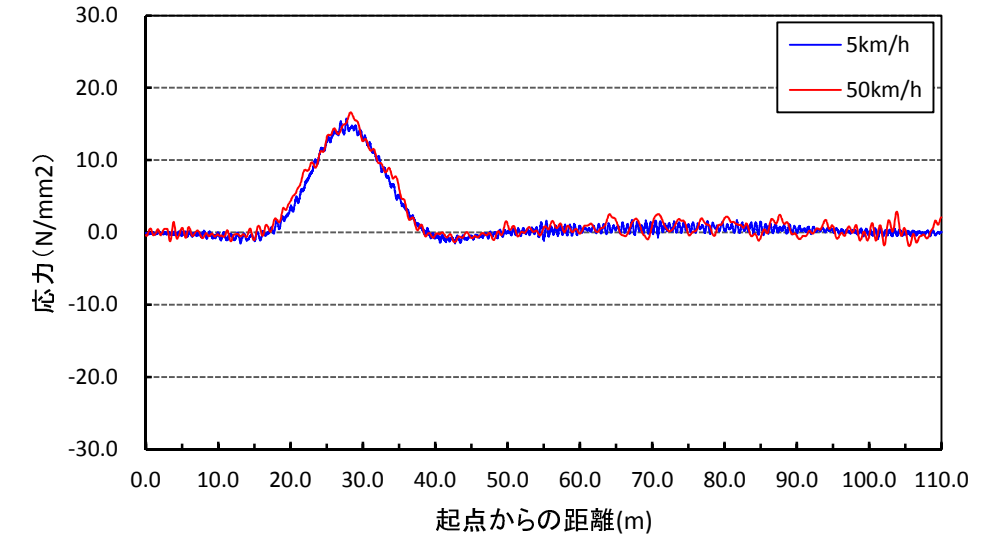


図-3.30 垂直材公称応力の比較

(7) 斜材

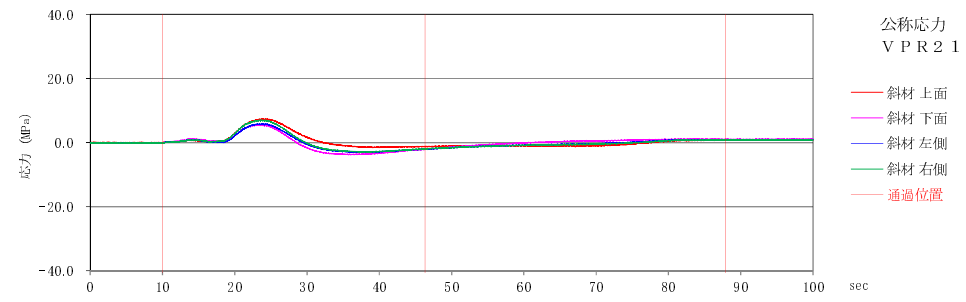


図-3.31 斜材公称応力 (VPR21, 単独走行 (上り) 5km/h)

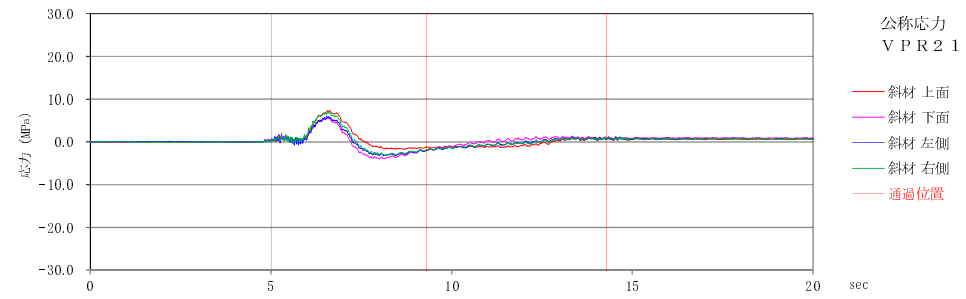


図-3.32 斜材公称応力 (VPR21, 単独走行 (上り) 50km/h)

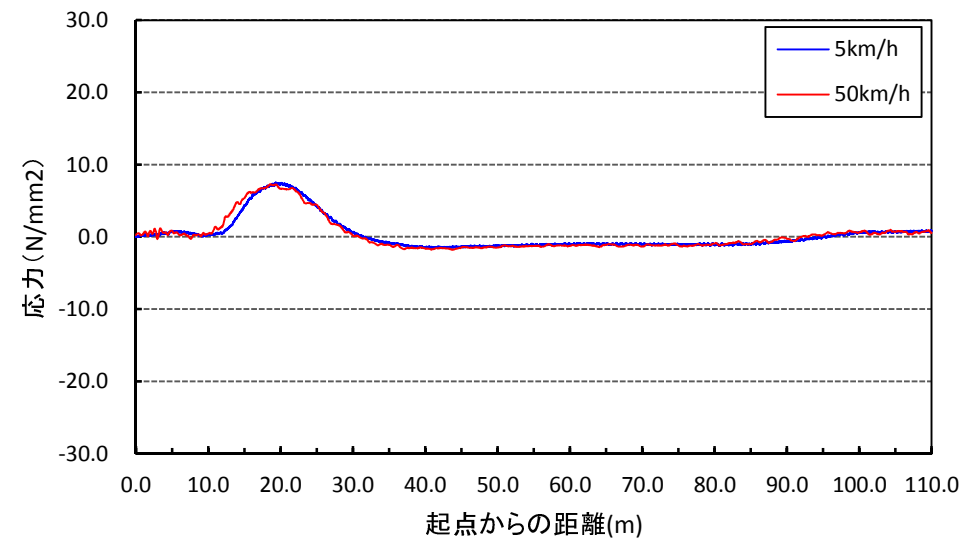


図-3.33 斜材公称応力の比較

### 3.2.2 格点部の応力

#### (1) 吊材基部 (リブ溶接止端近傍)

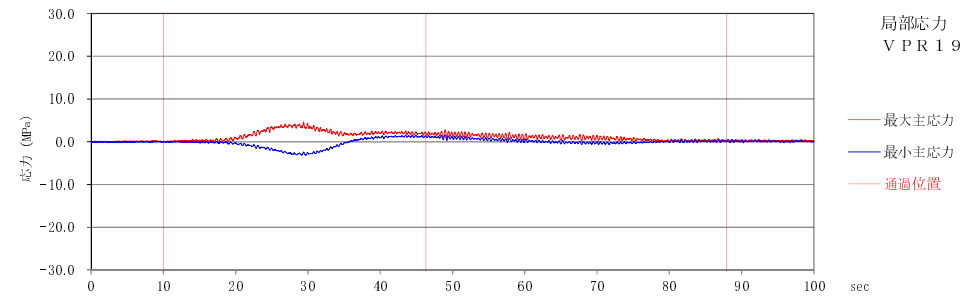


図-3.34 吊材基部局部応力

(リブ溶接止端近傍, 単独走行 (上り) 5km/h)

#### (2) アーチ支柱天端 (リブ溶接止端近傍)

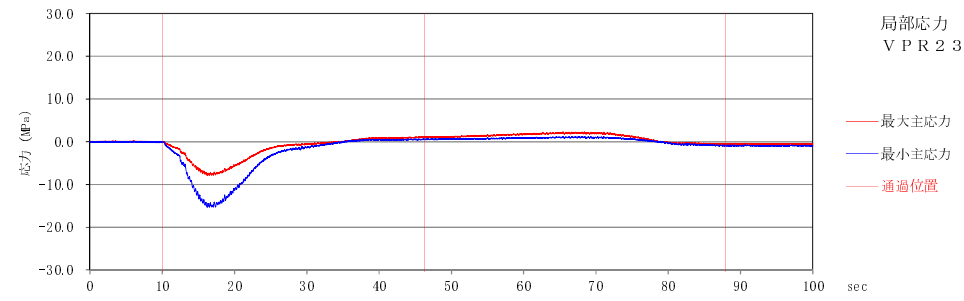


図-3.37 アーチ支柱天端局部応力

(リブ溶接止端近傍, 単独走行 (上り) 5km/h)

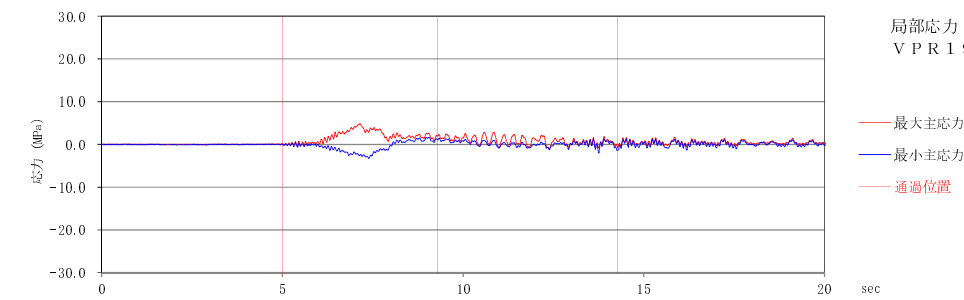


図-3.35 吊材基部局部応力

(リブ溶接止端近傍, 単独走行 (上り) 50km/h)

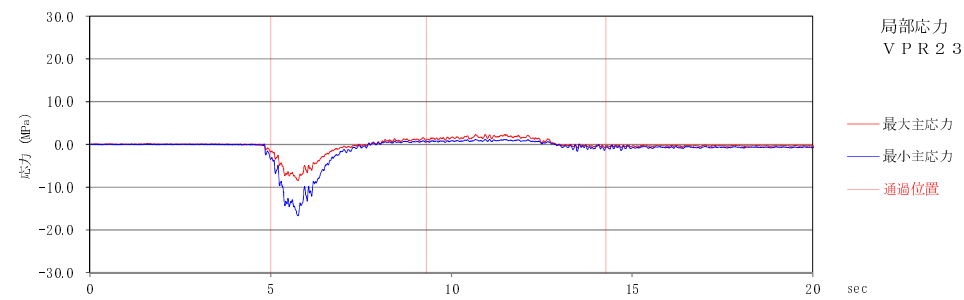


図-3.38 アーチ支柱天端局部応力

(リブ溶接止端近傍, 単独走行 (上り) 50km/h)

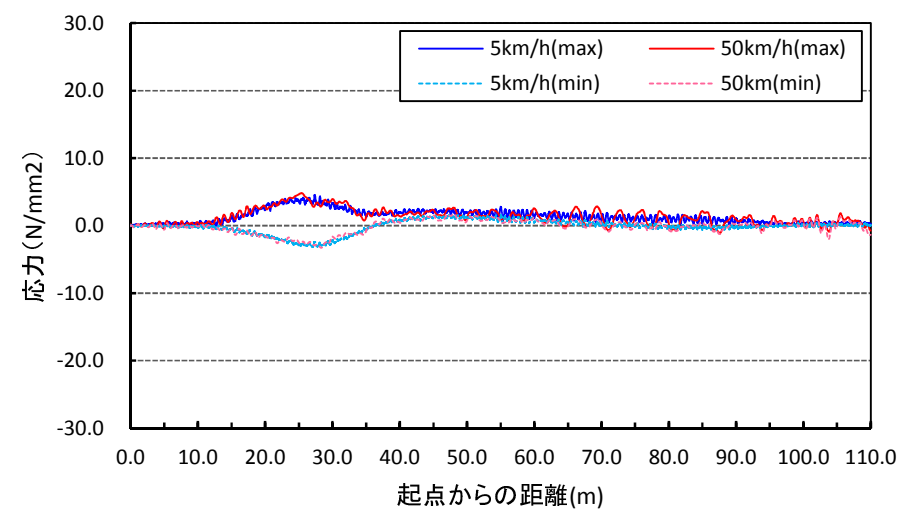


図-3.36 吊材基部局部応力の比較

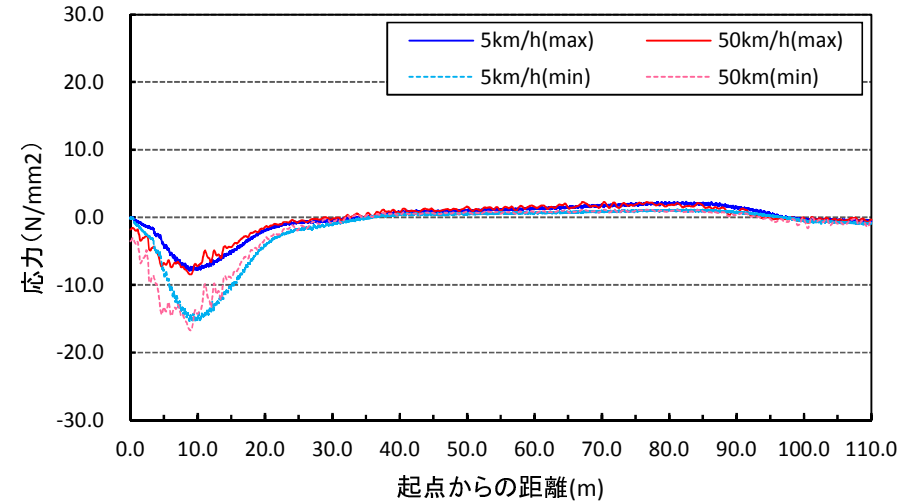


図-3.39 アーチ支柱天端局部応力の比較

### 3.2.3 床版－主構間相対変位

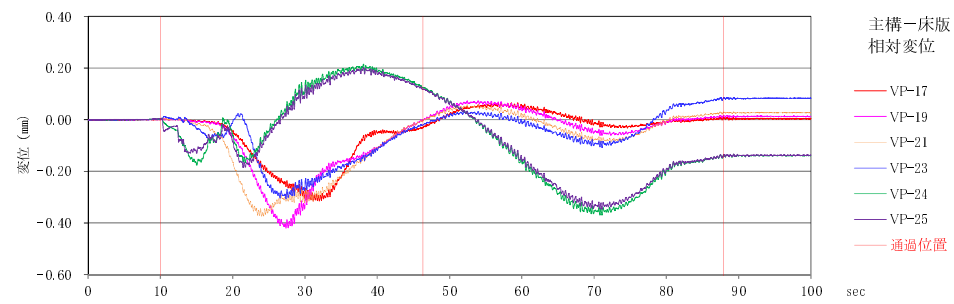


図-3.40 床版－主構間相対変位（単独走行（上り）5km/h）

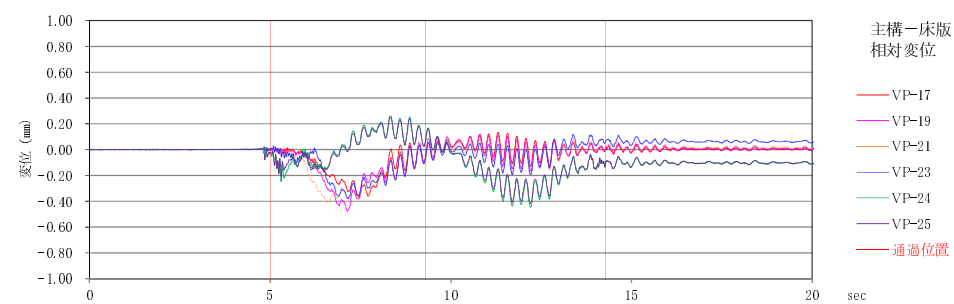


図-3.42 床版－主構間相対変位（単独走行（上り）50km/h）

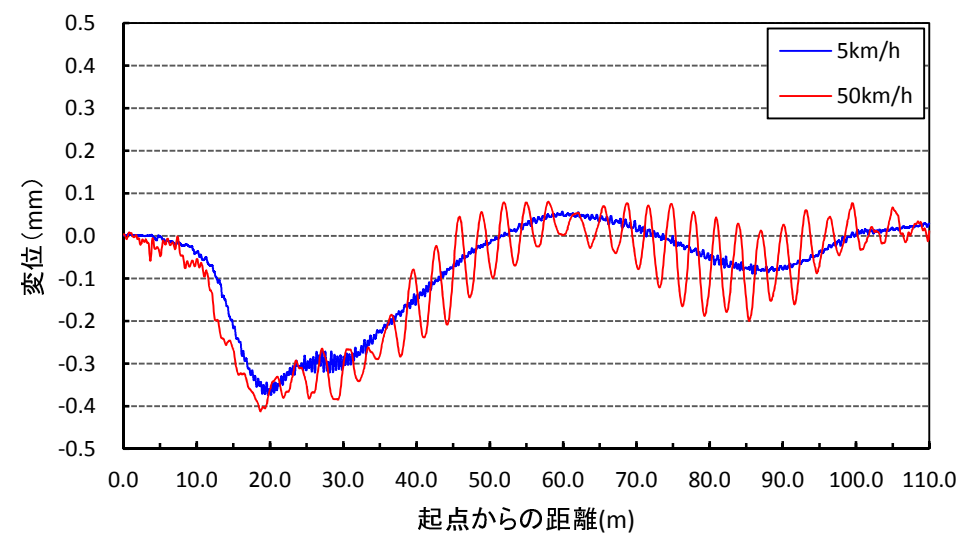


図-3.41 床版－主構間相対変位の比較（VPR21）

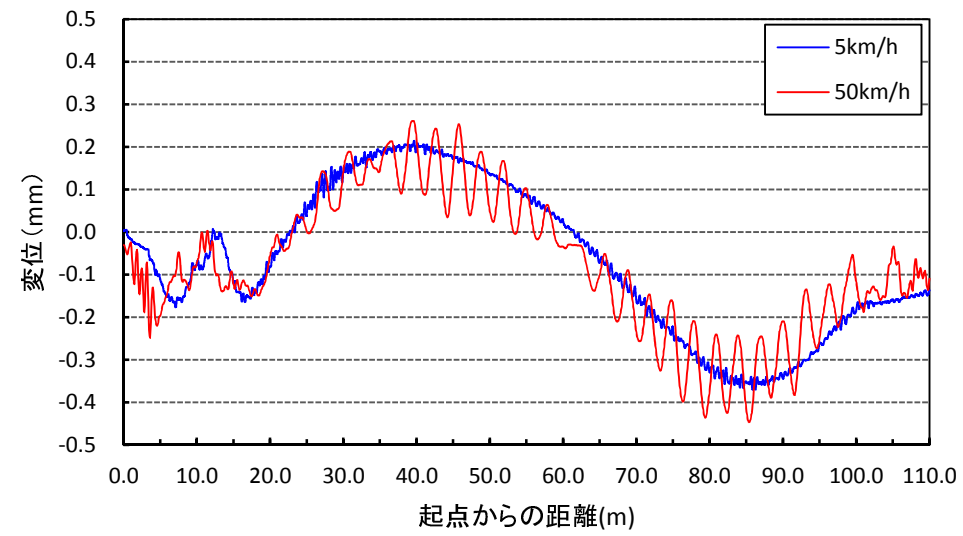


図-3.43 床版－主構間相対変位の比較（VP24）

### 3.2.4 ニーブレースの応答

#### (1) ニーブレースフランジ応力

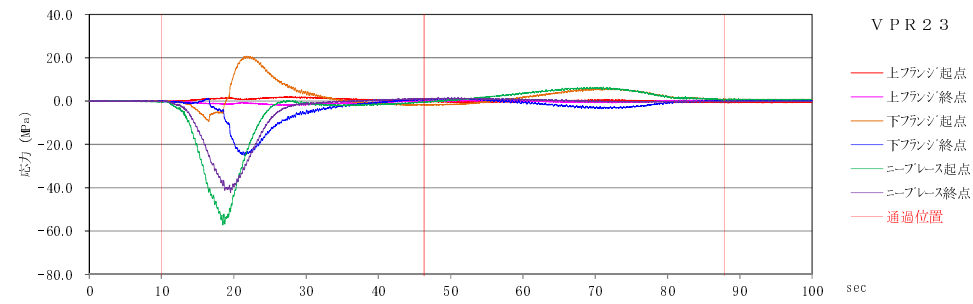


図-3.44 ニーブレースフランジ応力 (VPR23, 単独走行 (上り) 5km/h)

#### (2) ニーブレースフランジ変位

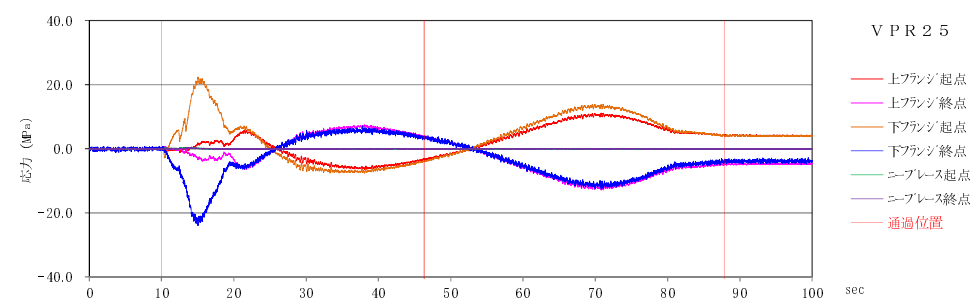


図-3.47 ニーブレースフランジ変位 (VPR25, 単独走行 (上り) 5km/h)

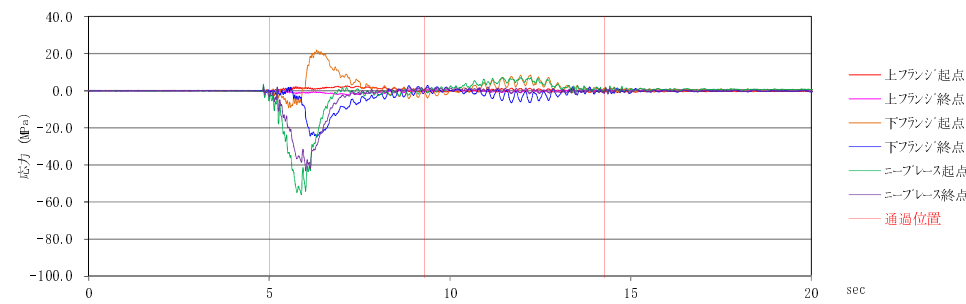


図-3.45 ニーブレースフランジ応力 (VPR23, 単独走行 (上り) 50km/h)

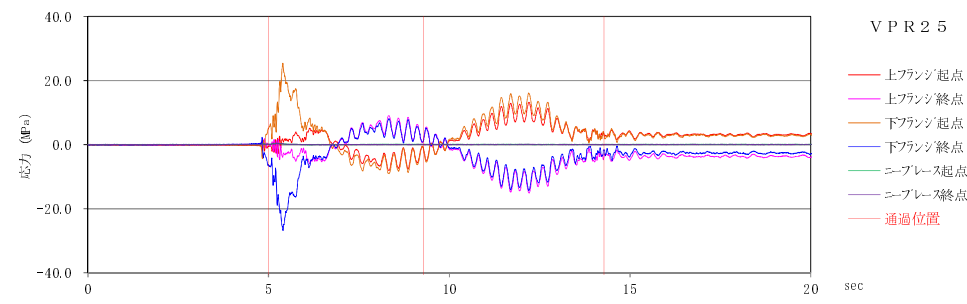


図-3.48 ニーブレースフランジ変位 (VPR25, 単独走行 (上り) 50km/h)

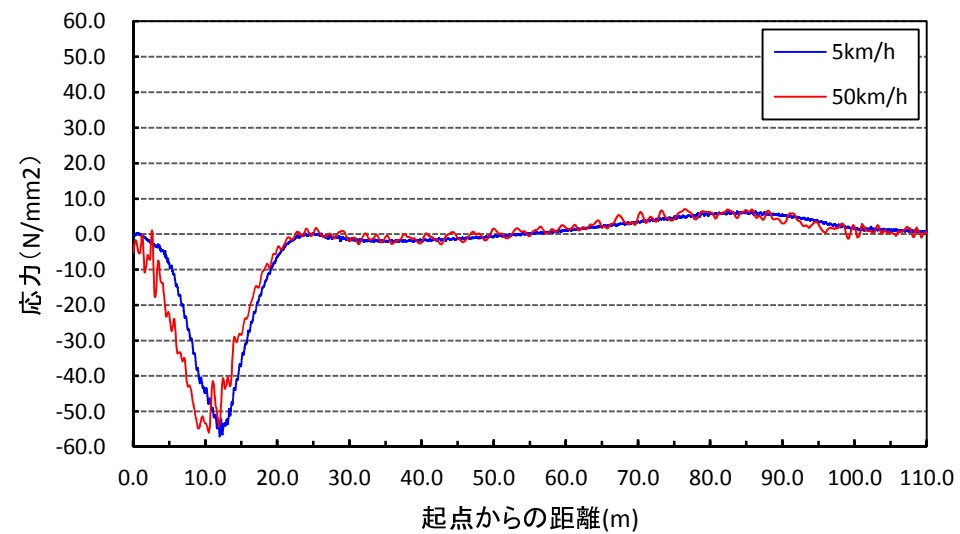


図-3.46 ニーブレースフランジ応力の比較

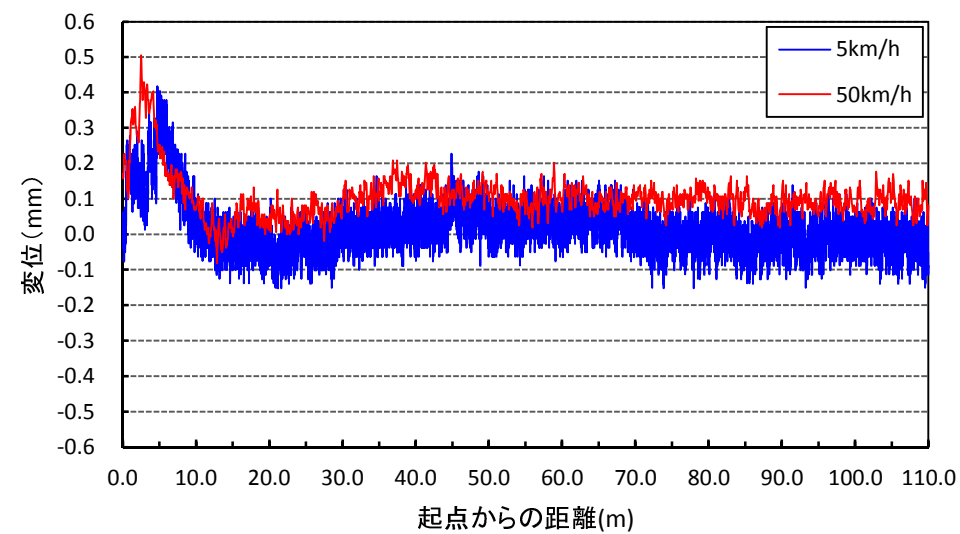


図-3.49 ニーブレースフランジ変位の比較