

4.5 ダイヤフラム

4.5.1 一定せん断流パネル解析による評価

(1) 概要

隅角部近傍のはりフランジに生じるせん断遅れによる影響の程度にはフランジ板の剛性が影響する。一方、はり内部にはダイヤフラムが設けられる場合が多く、その目的ははり全体としての断面の剛性確保である。そのため、その設置位置にはある程度任意性がある。したがって、耐荷力上必要となったダイヤフラムの位置を耐荷力特性に影響しない範囲で変化させることで隅角部近傍のフランジ板の剛性を変化させてフランジの応力分布性状を改善し、結果的に隅角部の疲労耐久性の向上を図ることができる場合があると考えられる。

ここでは、同じ形状寸法をもつ隅角部を有する鋼製橋脚の一部に対して、隅角部と荷重載荷位置の間ではり内部のダイヤフラム位置を変化させたケース場合に、隅角部の応力性状に与える影響について検討を行った。

(2) 検討対象および方法

1) 検討対象橋脚

対象とした橋脚は、図-4.5.1 に示す矩形柱門型ラーメン橋脚とした。載荷荷重は、隅角部の使用材質をSM490Y材として、断面に発生する応力がおおよそ $100\sim 200\text{N}/\text{mm}^2$ となるように調整し、隅角部から2400mmに集中荷重で20000kNを載荷した。

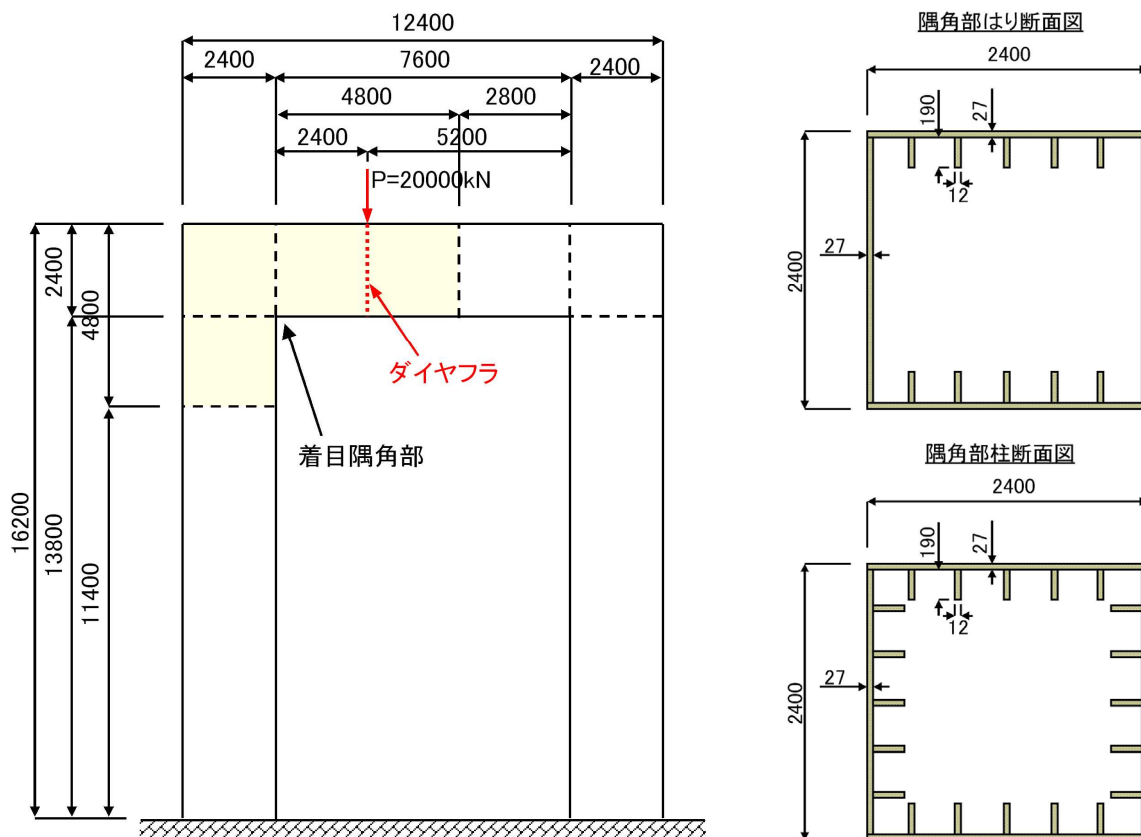


図-4.5.1 検討対象橋脚

2) ダイヤフラムの設定

ダイヤフラムは、図-4.5.2 に示すように板厚 $t=22\text{mm}$ であり断面内に収まる形状とした。また、検討にあたってはマンホールの開口などの細部の構造細目は考慮しない。

ダイヤフラムの設置位置は、以下のパラメータを考慮して決定した。

l : はり柱フランジからダイヤフラムの距離

t : ダイヤフラム板厚

なお、 l は最小値として溶接などの施工性を考慮し 800mm 、最大としてはり幅の $1/2$ の範囲内での検証が必要と考えた。

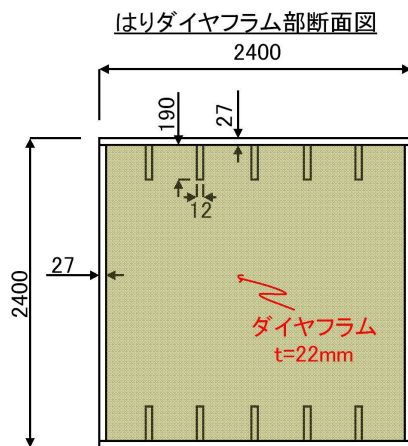


図-4.5.2 ダイヤフラム形状

表-4.5.1 ダイヤフラム設置位置

検討ケース	ダイヤフラム	
	個所数	設置位置
ケース1	2	0mm, 2400mm
ケース2	3	0mm, 800mm, 2400mm
ケース3	3	0mm, 1600mm, 2400mm

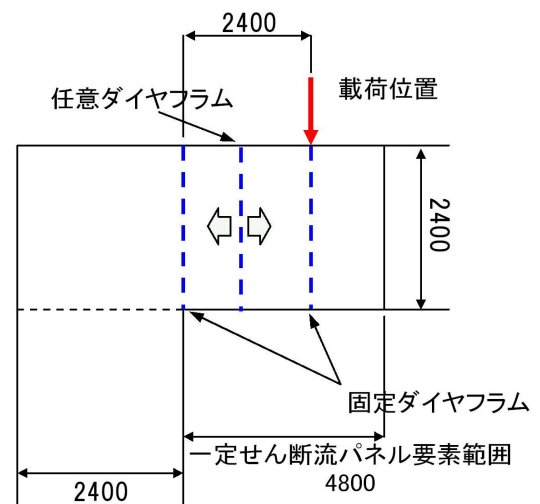
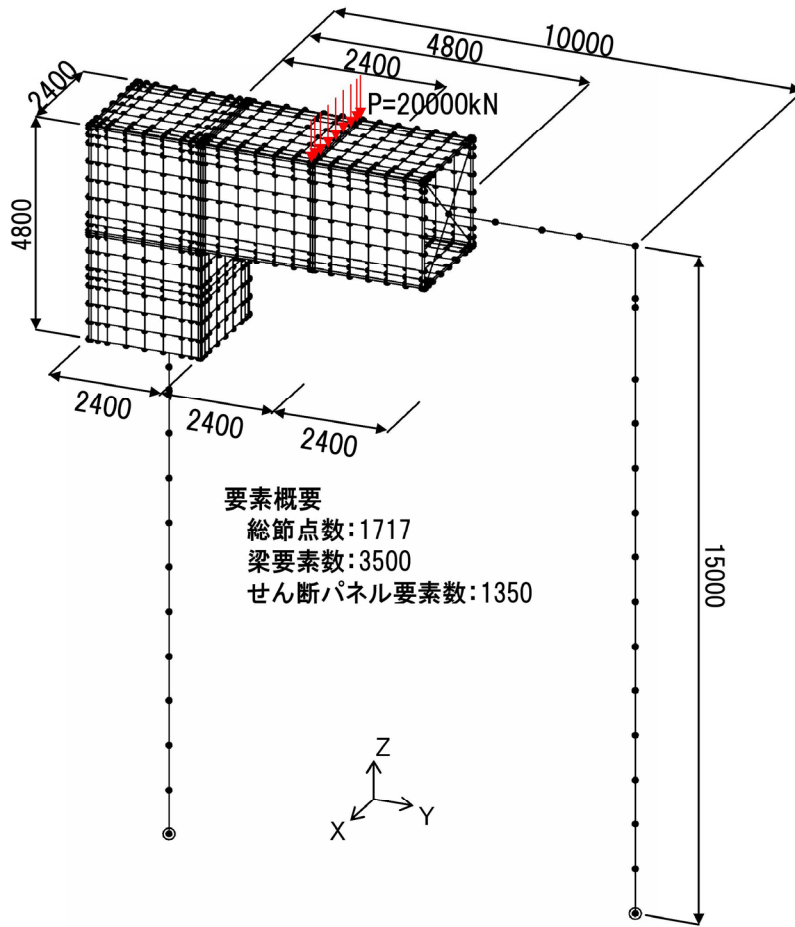


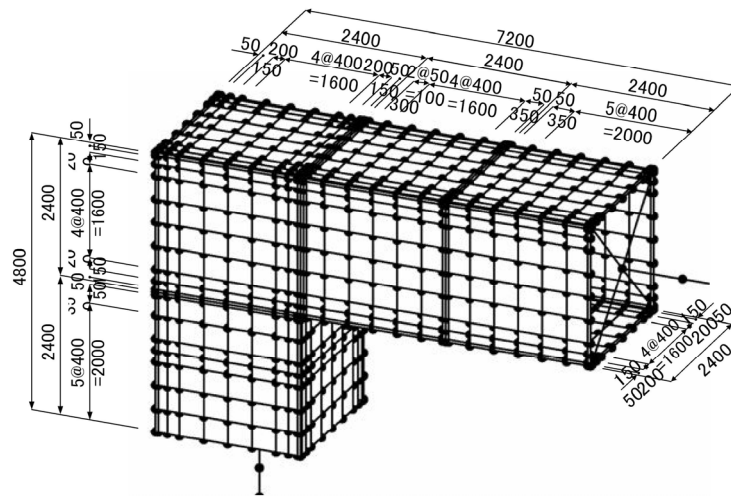
図-4.5.3 ダイヤフラム設置位置

3) 解析モデル

図-4.5.4 に検討対象とした一定せん断流パネル解析モデル図を示す。モデル化の詳細の基本的な考え方は、3.3 節にて行った矩形柱門型ラーメン橋脚と同様である。なお、一定せん断流パネル要素サイズは、隅角部付近で最小 50mm 間隔とし、最大要素サイズは縦リブ間隔とした。また、図-4.5.6 に各ケースごとの隅角部の一定せん断流パネル解析モデル図を示す。



a) モデル全体図



b) 隅角部詳細モデル図

図-4.5.4 一定せん断流パネル解析モデル図

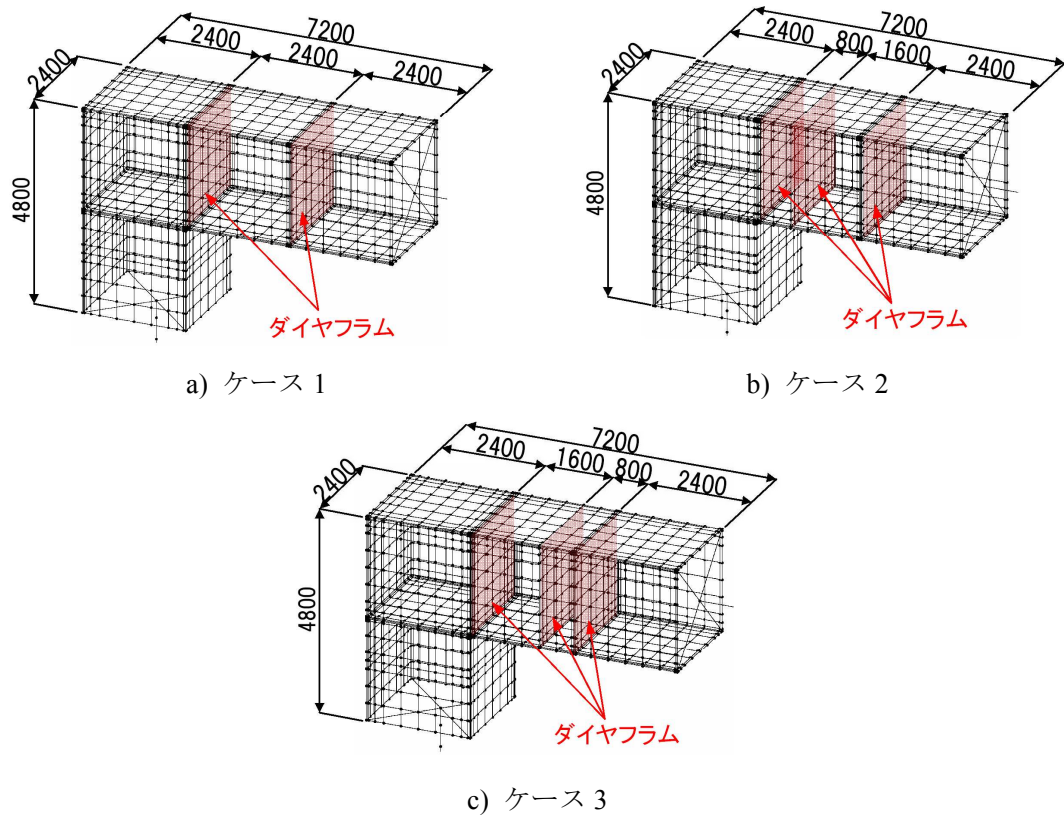


図-4.5.6 検討ケース別モデル図

4) 検証方法

ダイヤフラム設置の違いによる影響は、各ケースごとに算出される隅角部に発生する応力および応力性状を相対比較することにより行った。なお、発生応力の評価は、図-4.5.7 に示すように、はり下フランジおよび柱ダイヤフラム（面外方向）の隅角部直近の応力が急変する個所を避けた隅角部コーナー部および溶接線から 50mm 離れた位置で行った。

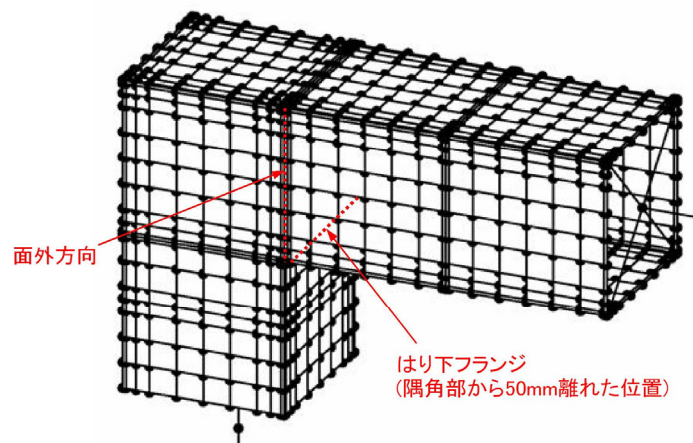


図-4.5.7 応力評価位置

(3) 解析結果

表-4.5.2, 表-4.5.3 および図-4.5.8, 図-4.5.9 に各方向別の軸応力度および軸応力分布図を示す。

表-4.5.2 はり下フランジ軸応力度比較

中立軸からの 離れ mm	ケース1 (0, 2400) N/mm ²	ケース2 (0, 800, 2400) N/mm ²	ケース3 (0, 1600, 2400) N/mm ²
-1200	-100.26	-100.35	-102.66
-1150	-56.86	-56.86	-58.31
-1000	-16.10	-16.04	-16.64
-800	4.34	4.36	4.13
-400	18.61	18.53	18.49
0	22.03	21.92	21.88
400	18.61	18.53	18.49
800	4.34	4.36	4.13
1000	-16.10	-16.04	-16.64
1150	-56.86	-56.86	-58.31
1200	-100.26	-100.35	-102.66

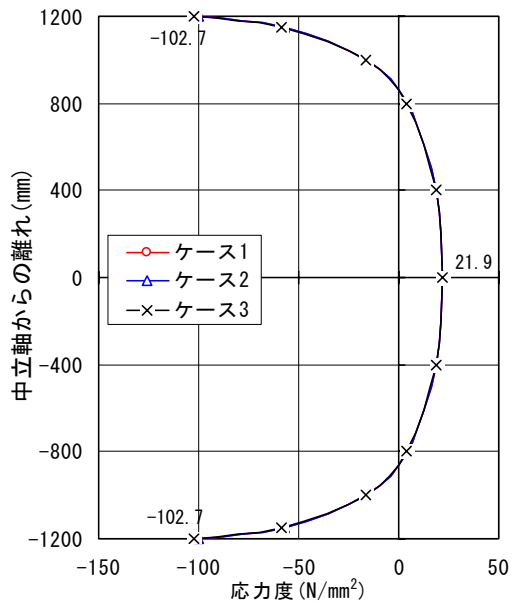


図-4.5.8 はり下フランジ軸応力分布比較図

表-4.5.3 面外方向軸応力度比較

中立軸からの 離れ mm	ケース1 (0, 2400) N/mm ²	ケース2 (0, 800, 2400) N/mm ²	ケース3 (0, 1600, 2400) N/mm ²
1.200	4.24	4.20	4.33
1.150	-1.13	-1.16	-1.18
1.000	1.09	0.92	1.09
0.800	3.22	1.23	1.18
0.400	0.96	-0.07	0.04
0.000	0.32	-0.50	-0.34
-0.400	-0.23	-1.30	-1.00
-0.800	-3.22	-4.43	-3.70
-1.000	-0.72	-0.72	-0.70
-1.150	-3.86	-3.71	-3.76
-1.200	-10.58	-10.58	-10.82

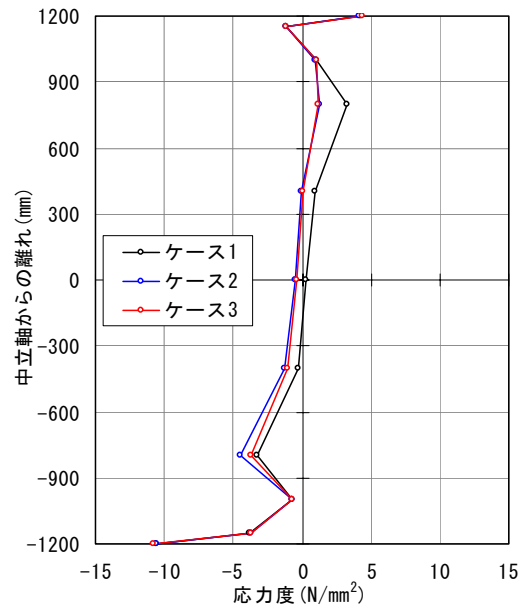


図-4.5.9 面外方向軸応力分布比較図

(4) 考察

解析結果より、はり下フランジの発生応力および応力性状に各ケースによる違いはほとんど見られない。また、面外方向についても同様である。したがって、隅角部近傍のはり内部のダイヤフラム設置位置が隅角部コーナー部への発生応力および応力性状に及ぼす影響は少ないと考えられる。

4.5.2 ダイヤフラムと疲労耐久性の関係

隅角部の疲労耐久性は、隅角部に生じるせん断遅れによる応力や板曲げ応力などの集中応力の影響が大きい。本来、断面変形を防ぎ応力伝達が確実に行われるように設置されるダイヤフラムは、断面変形に伴い生じる応力に対しては有効とも考えられる。しかし、隅角部に生じる集中応力は、隅角部の直近で生じその影響範囲は狭く、本検討においても隅角部より 800mm 離して設置（ケース 2）して行ったが、応力性状に違いは見られなかった。したがって、隅角部近傍に設けられる場合があるダイヤフラムの設置位置は隅角部の疲労耐久性に影響がないと考えられる。

4.5.3 まとめ

隅角部の近辺に設置されるダイヤフラムが隅角部の疲労耐久性に及ぼす影響について、一定せん断流パネル解析により行ったが、隅角部における応力性状にほとんど違いは見られない。さらに、隅角部近傍に生じる局部応力に対する低減効果も見られない。したがって、ダイヤフラムの設置や位置による隅角部への影響はないか、あっても小さいものと考えられる。