

4.8 あて板構造

4.8.1 一定せん断流パネル解析による評価

(1) 概要

既設橋脚の隅角部では、新設橋脚の場合と異なり周辺条件などによりその補強・補修方法が限定される。そのため既設橋脚に対する疲労耐久性の向上を図るための補修・補強に関する様々な検討が行われている。これらの検討の中で、フィレット構造と同様にせん断遅れによる応力集中を低減するための一手法として、図-4.8.1 に示されるようなあて板構造の採用が効果的であることが確認されている。

ここでは、一定せん断流パネル解析を用いて、あて板構造の有無による応力性状の比較を行うことでその応力低減効果の検証を行った。

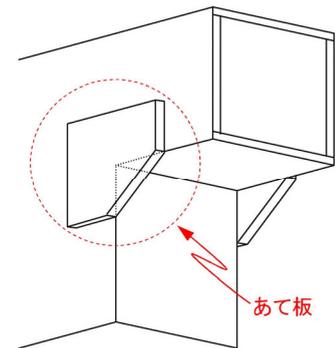


図-4.8.1 検討対象橋脚

(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、3.3 節で行った矩形柱門型ラーメン橋脚にあて板構造を設置した図-4.8.2 に示す橋脚構造とした。なお、載荷荷重や断面諸元は、あて板構造を設置しない条件で設定し、3.3 節に記載される条件で決定した。したがって、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 $100\sim 200\text{N/mm}^2$ となるように調整し、はり中央に集中荷重で 4096kN を載荷する。

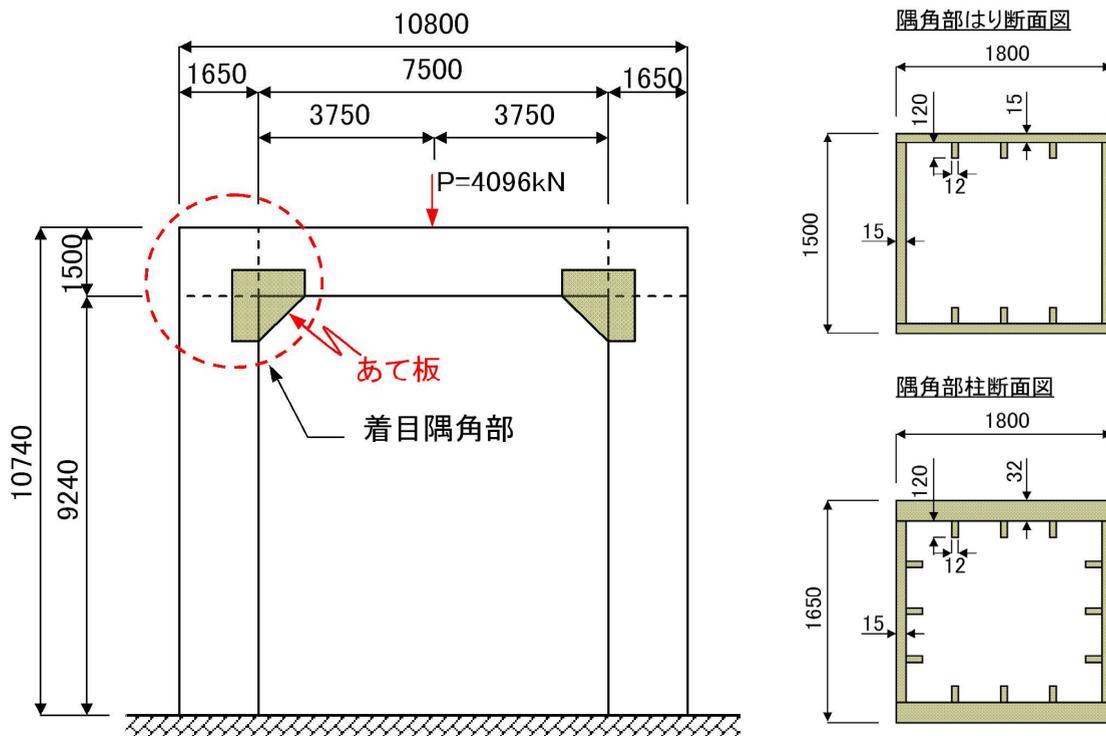


図-4.8.2 検討対象橋脚

2) あて板構造の設定

隅角部に設けるあて板構造は、板厚を橋脚ウェブと同厚（22mm）とし、突出長は 4.1 節のフィレット構造の検証に採用した 300mm とした。また、橋脚ウェブ取り付け幅は、既往の施工事例では 400mm～600mm が多いことから、その中間値となる 500mm とした。図-4.8.3 にあて板構造の概略図を示す。

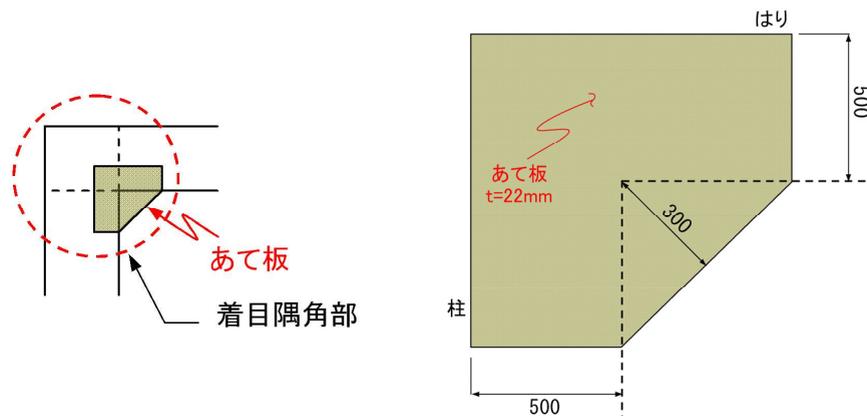
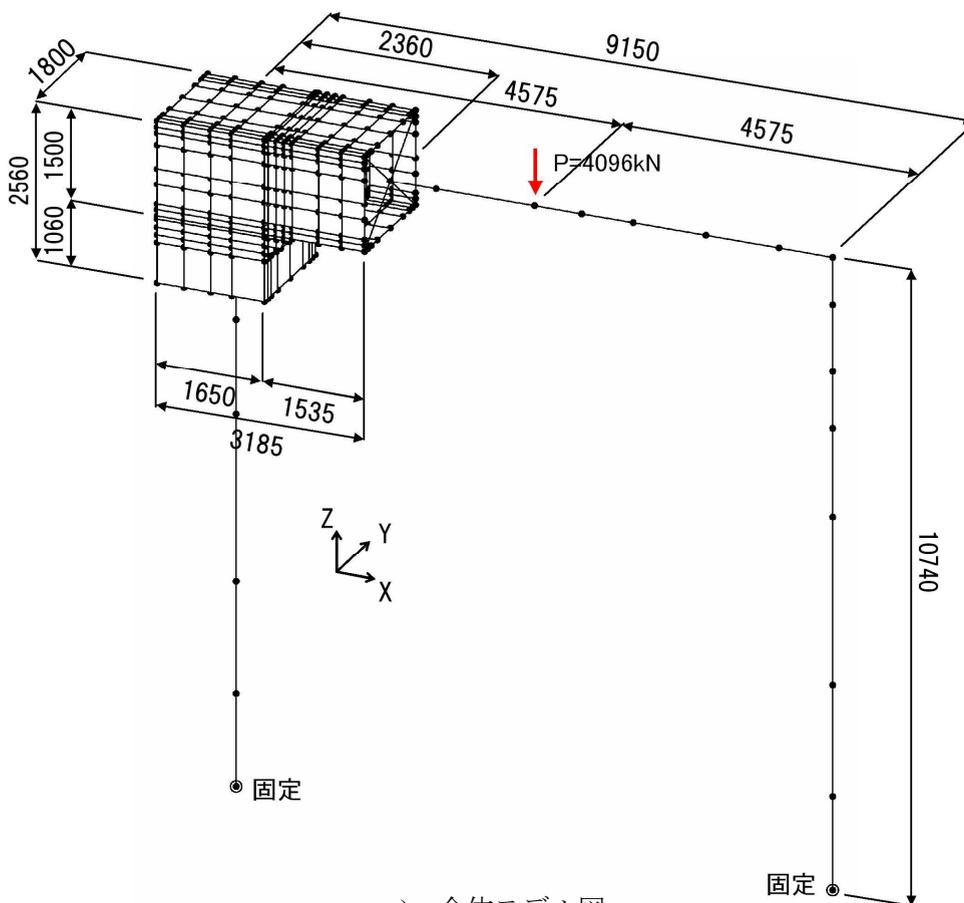


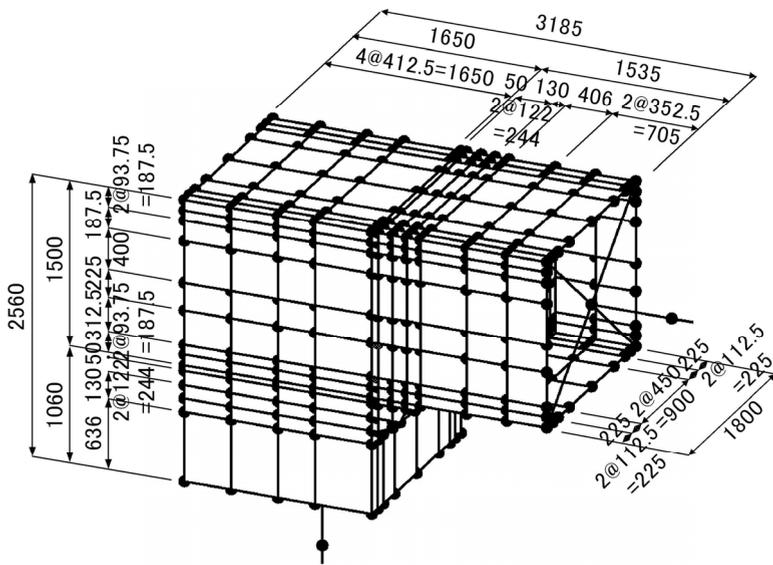
図-4.8.3 あて板構造

3) 解析モデル

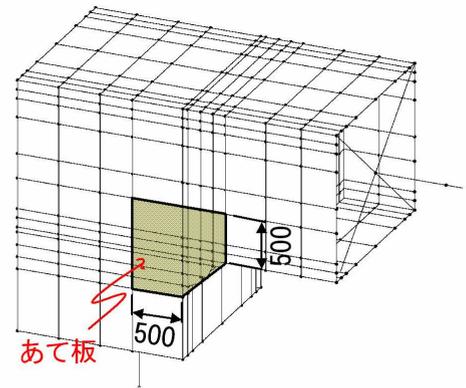
図-4.8.4 に対象橋脚の一定せん断流パネル解析モデル図を示す。モデル化の詳細の基本的な考え方は、3.3 節にて行った矩形柱門型ラーメン橋脚と同様である。また、一定せん断流パネル要素サイズは、隅角部付近で最小 50mm 間隔とし、最大要素サイズは縦リブ間隔とした。なお、あて板構造を設置しない場合の一定せん断流パネル解析モデルは 3.3 節で使用した解析モデルとし、ここでは記載を省略する。



a) 全体モデル図



b) 隅角部詳細モデル図



c) あて板構造部モデル図

図-4.8.4 一定せん断流パネル解析モデル図

4) あて板構造のモデル化

あて板構造を一定せん断流パネル要素によりモデル化を行う場合、4.1 節で行ったフィレット構造と同様に一定せん断流パネル要素によりモデル化ができない三角形域が生じる。したがって、三角形域のモデル化はフィレット構造のモデル化と同様にはり要素によりモデル化を行った。また、あて板構造と隅角部の重なる部分については、あて板構造の断面積および曲げ剛性をはりおよび柱ウェブに付加させてモデル化を行った。

5) 検証方法

あて板構造の設置による影響は、あて板構造の有無により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-4.8.5 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箇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。

なお、あて板構造が無い場合の解析は、3.3 節の解析結果とした。

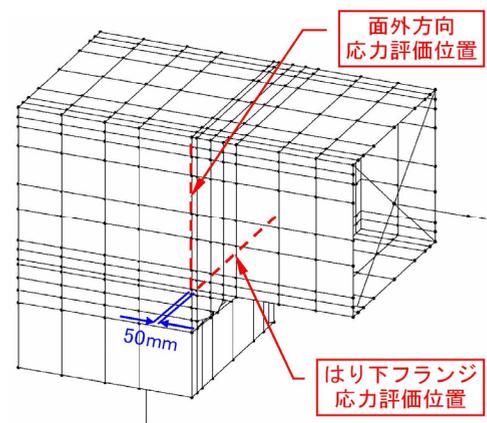


図-4.8.5 応力評価位置

(3) 解析結果

表-4.8.1, 表-4.8.2 および図-4.8.6, 図-4.8.7 に各方向別の軸応力度および軸応力分布図を示す。

表-4.8.1 はり下フランジ軸応力

中立軸からの 離れ mm	あて板無し N/mm ²	あて板有り N/mm ²
-900	-117.76	-42.07
-788	-64.71	-32.53
-675	-40.89	-25.86
-450	-23.53	-17.57
0	-16.43	-13.09
450	-23.53	-17.57
675	-40.89	-25.87
788	-64.71	-32.53
900	-117.76	-42.07

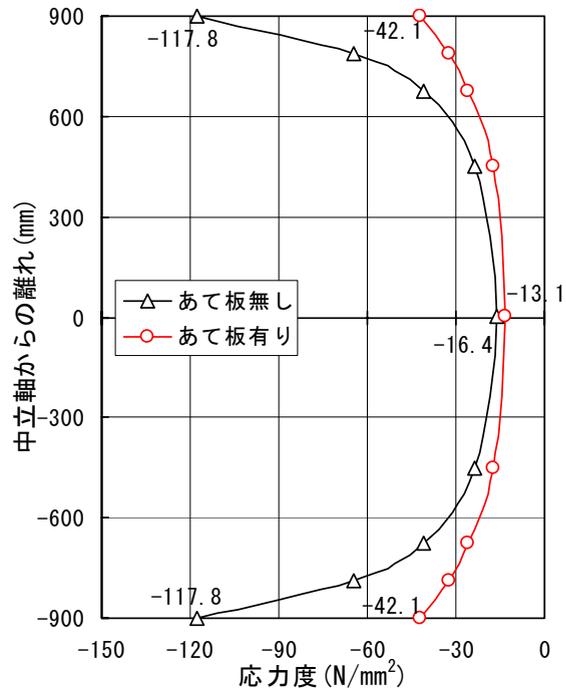


図-4.8.6 はり下フランジ軸応力

表-4.8.2 面外方向軸応力

中立軸からの 離れ mm	あて板無し N/mm ²	あて板有り N/mm ²
750.0	4.60	3.54
656.3	-0.05	-0.30
562.5	0.67	0.41
250.0	0.35	0.17
0.0	0.14	-0.09
-250.0	0.13	0.40
-562.5	0.11	0.23
-700.0	-2.69	-0.42
-750.0	-10.47	-1.51

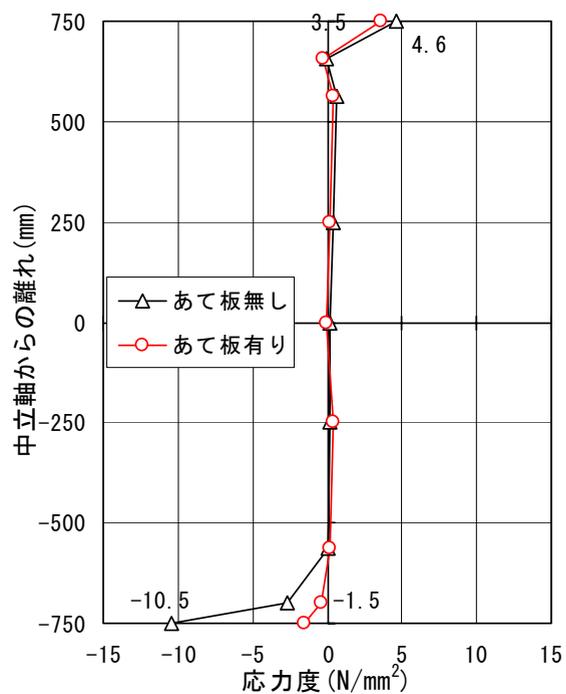


図-4.8.7 面外方向軸応力

(4) 考察

解析結果より、はり下フランジの応力は各ケースともフランジ端部で最大応力度を示し、あて板構造の設置によりその大きさは50%程度に低減され、応力分布からも隅角部コーナー部に生じるせん断遅れ現象による集中応力が低減されていることがわかる。また、面外方向の応力については、はり下フランジ付近で若干減少しているが、全体的な応力性状に差異はみられない。

4.8.2 あて板構造の設置と疲労耐久性の関係

隅角部の疲労損傷の要因の1つは、隅角部のコーナー部に生じるせん断遅れ現象などによる大きな応力集中であり、この応力を低減することが疲労耐久性の向上につながる。表-4.8.3 に公称応力と最大応力の関係をまとめた。あて板構造が無い場合では公称応力に対して1.8倍程度の最大応力が発生するのに対して、あて板構造の設置により0.6倍程度と最大応力が低減される。したがって、あて板構造は、隅角部コーナー部に生じるせん断遅れ現象などによる応力集中の低減効果に有効であり、疲労耐久性の向上に有意義な構造と考えられる。

表-4.8.3 公称応力と最大応力比較

	公称応力 (あて板無し) σ_0 N/mm ²	最大応力 σ_{max} N/mm ²	比率 σ_{max}/σ_0
あて板無し	-72.30	-117.76	1.63
あて板有り	-72.30	-42.07	0.58
^{-参考-} フィレット	-72.30	-37.76	0.52
低減率(%)		35.7	

※低減率=(あて板有り最大応力)/(あて板無し最大応力)

4.8.3 まとめ

隅角部コーナー部に設けられるあて板構造の設置が隅角部に及ぼす影響について、一定せん断流パネル解析より検討を行った。その結果、あて板構造の設置は、隅角部コーナー部に生じる応力集中の軽減に有効であり、疲労耐久性の向上に有効であると考えられる。

また、あて板構造を設置した場合であっても、一定せん断流パネル解析は FEM 解析結果と十分に整合性がとられており、あて板構造寸法と応力の軽減効果の検討なども一定せん断流パネル解析を使用することで FEM 解析による場合と同等の評価が行えると考えられる。なお、フィレット構造と同様にあて板構造自体の応力性状を正確に評価するためには、要素分割を細かくするなどの工夫が必要と考えられる。