

4.7 マンホール

4.7.1 一定せん断流パネル解析による評価

(1) 概要

隅角部近傍では剛性確保のために充覆構造のダイヤフラム構造が設けられたり、はり・柱それぞれのフランジ板がそのまま隅角部を構成することが多い。このとき、施工性や維持管理上完全な充覆ではなく板の一部にマンホールが設けられることが一般的である。このときマンホールの大きさは位置については、耐荷力の観点からは開口による影響について周辺に補強構造を設けたりダブリングによる開口部周辺の板厚増で補償可能であるため任意性があり、主として開口部の設置目的に応じて適当なように決められる。

一方、開口が設けられる部材では、開口の影響によって部材内部の応力分布が変化するため、隅角部の溶接線位置における応力性状にまでその変化の影響が現れる場合には、疲労耐久性の観点からできるだけ問題のないものとする配慮が望まれる。

ここでは、開口部としてマンホールを想定し、同じ形状寸法をもつ隅角部を有する鋼製橋脚内部にその配置を変えた複数のケースについて試算を行い、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-4.7.1 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 $100\sim 200\text{N/mm}^2$ となるように調整し、はり中央に集中荷重で 20000kN を載荷した。

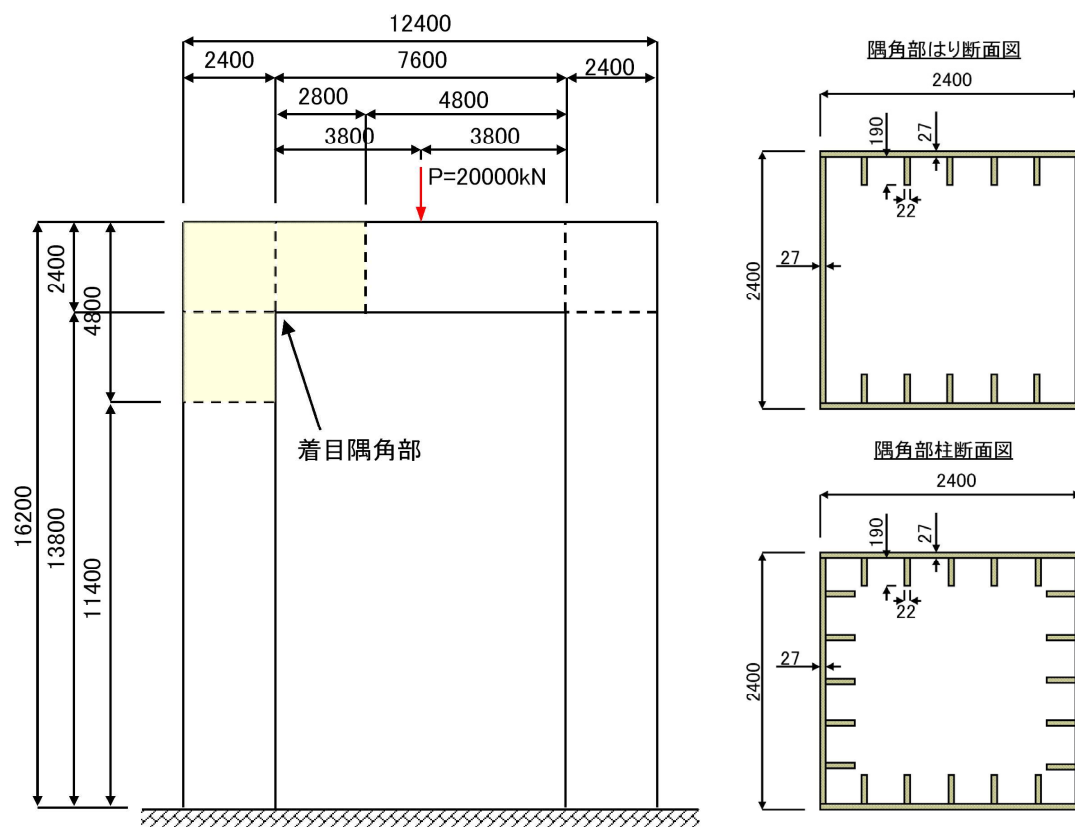


図-4.7.1 検討対象橋脚

2) マンホールの設定

一般的に、マンホール位置は隅角部フランジの中央としているが、構造条件などによりその配置には任意性があることや隅角部への影響の観点から、本検討では図-4.7.2 に示すように、はりおよび柱ダイヤフラムのそれぞれ中央と両フランジより 100mm 離れた位置を考えた 6 ケースについて行った。なお、マンホール寸法は 600mm×400mm とした。

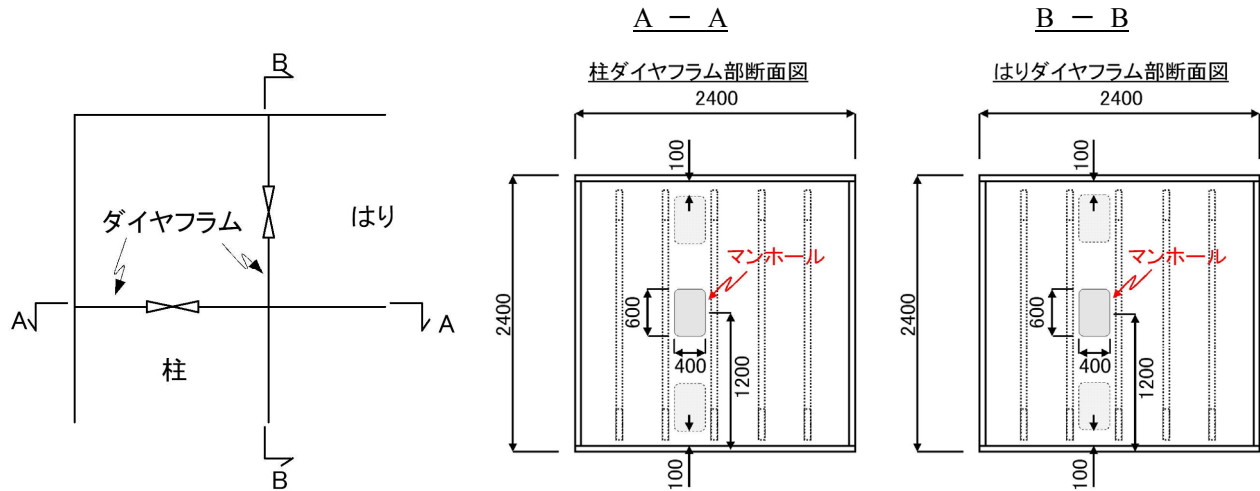


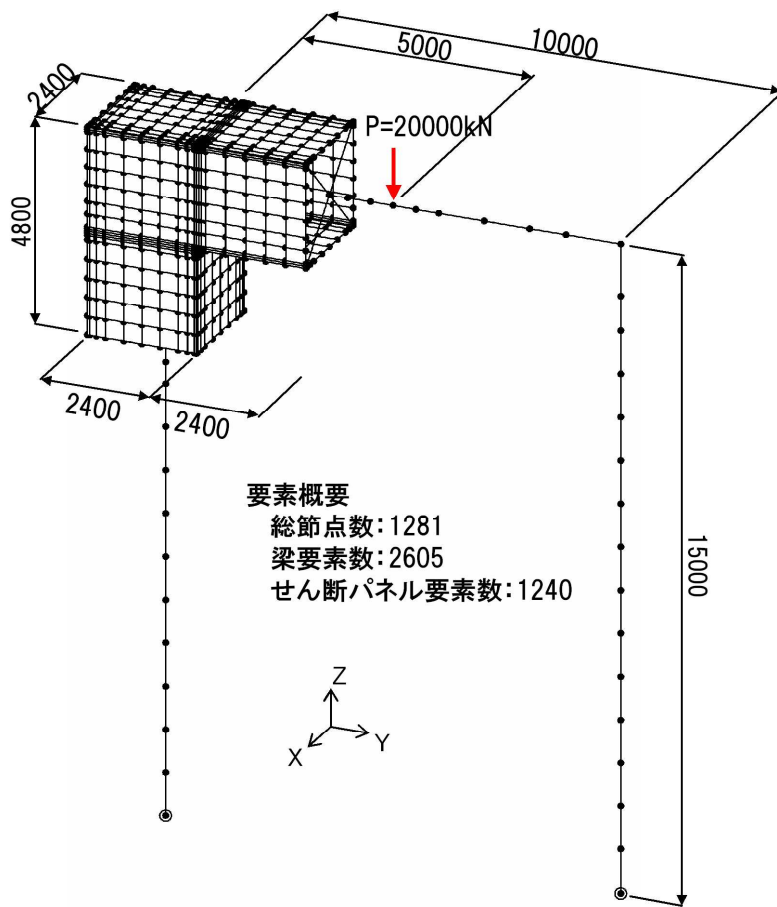
図-4.7.2 マンホール配置検討図

表-4.7.1 マンホール設置検討ケース

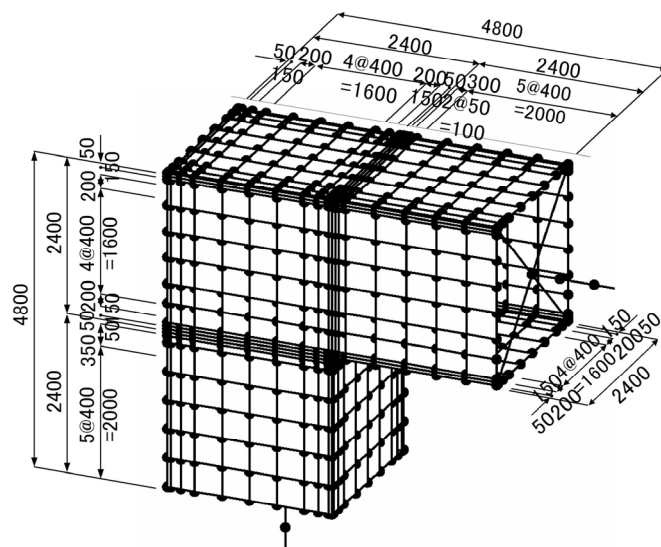
検討ケース	マンホール位置	
ケース1	はりダイヤフラム	外側
ケース2		中央
ケース3		内側
ケース4	柱ダイヤフラム	上側
ケース5		中央
ケース6		下側

3) 解析モデル

図-4.7.3 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-4.7.4 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。

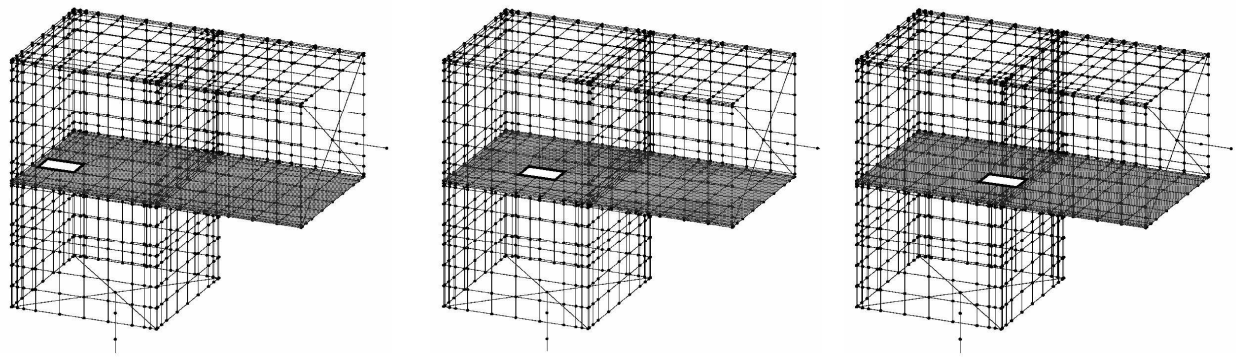


a) モデル全体図



b) 隅角部モデル詳細図

図-4.7.3 一定せん断流パネル解析モデル図

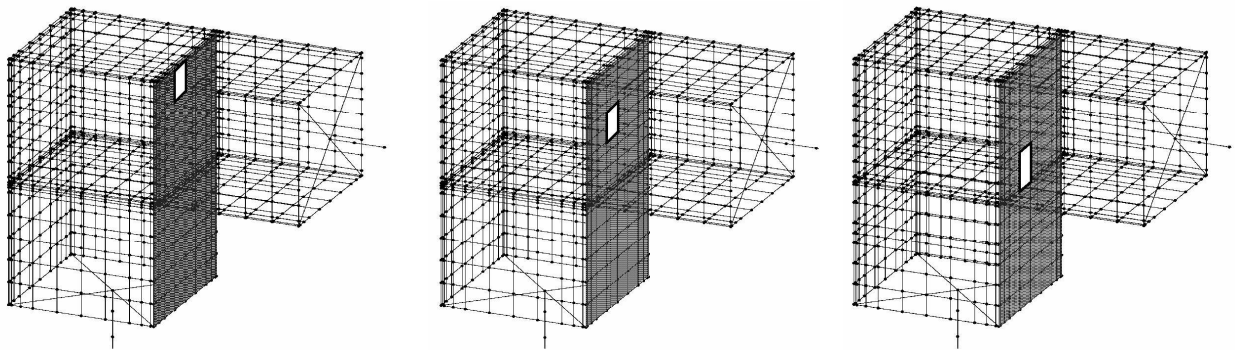


i) ケース 1

ii) ケース 2

iii) ケース 3

a) はりダイヤフラムのマンホール



iv) ケース 4

v) ケース 5

vi) ケース 6

b) 柱ダイヤフラムのマンホール

図-4.7.4 隅角部のマンホール検討モデル

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-4.7.5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。

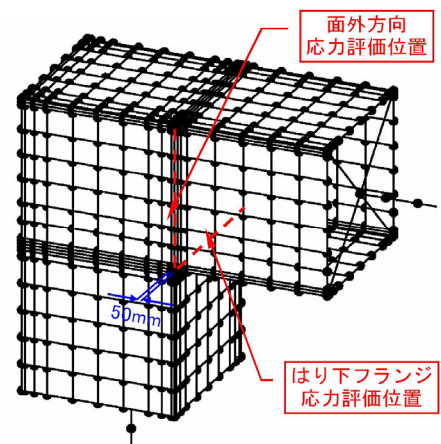


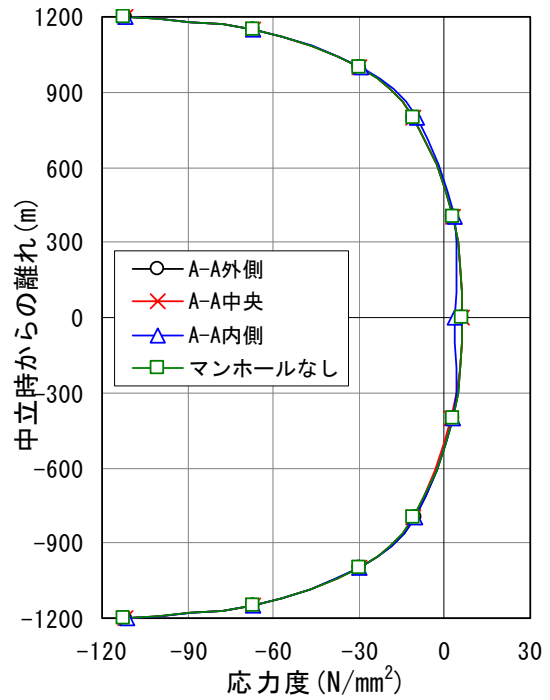
図-4.7.5 応力評価位置

(3) 解析結果

図-4.7.6～図-4.7.9 に各方向別の軸応力度および軸応力分布図を示す。

a) 軸応力度比較

中立軸からの 離れ mm	ケース1 (外側) N/mm ²	ケース2 (中央) N/mm ²	ケース3 (内側) N/mm ²	参考値 (マンホールなし) N/mm ²
-1200	-111.77	-111.59	-111.43	-112.32
-1150	-67.26	-67.15	-67.14	-66.88
-1000	-29.73	-29.71	-29.63	-29.79
-800	-10.61	-10.67	-10.42	-10.83
-400	2.65	2.45	3.13	2.59
0	5.80	5.75	3.46	5.80
400	2.61	2.71	3.40	2.59
800	-10.67	-10.76	-9.68	-10.83
1000	-29.78	-29.76	-29.42	-29.79
1150	-67.31	-67.15	-67.35	-66.88
1200	-111.83	-111.58	-111.75	-112.32

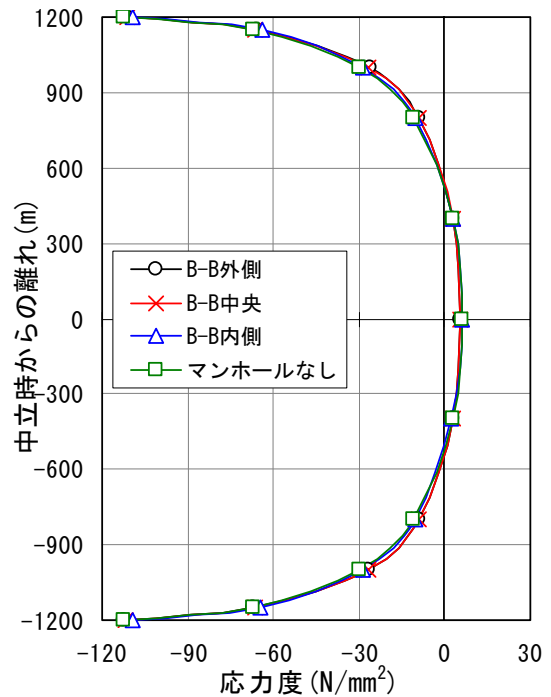


b) 軸応力分布比較図

図-4.7.6 はり下フランジの応力比較 (はりダイヤフラムのマンホール)

a) 軸応力度比較

中立軸からの 離れ mm	ケース4 (外側) N/mm ²	ケース5 (中央) N/mm ²	ケース6 (内側) N/mm ²	参考値 (マンホールなし) N/mm ²
-1200	-112.41	-111.99	-109.24	-112.32
-1150	-66.89	-66.68	-64.40	-66.88
-1000	-26.89	-26.85	-28.55	-29.79
-800	-9.11	-9.15	-10.52	-10.83
-400	2.83	2.76	2.53	2.59
0	5.58	5.51	5.78	5.80
400	2.91	2.82	2.60	2.59
800	-8.85	-9.00	-10.22	-10.83
1000	-26.40	-26.57	-28.36	-29.79
1150	-65.95	-66.16	-64.21	-66.88
1200	-110.93	-111.18	-109.23	-112.32

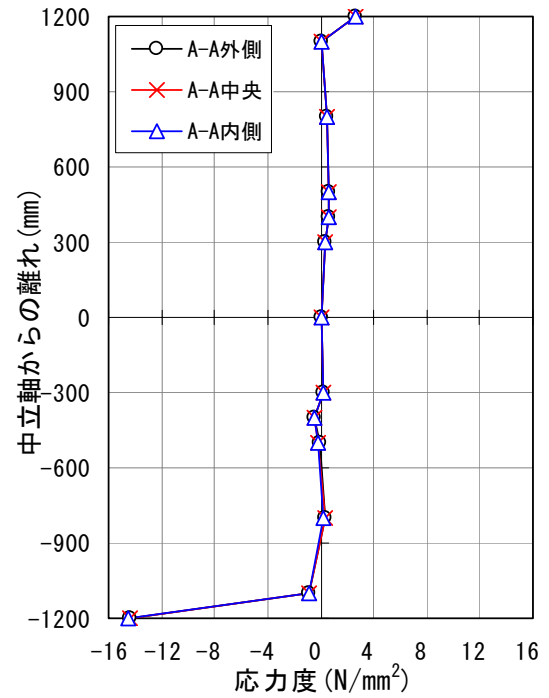


b) 軸応力分布比較図

図-4.7.7 はり下フランジの応力比較 (柱ダイヤフラムのマンホール)

a) 軸応力度比較

中立軸からの 離れ mm	ケース1 (外側) N/mm ²	ケース2 (中央) N/mm ²	ケース3 (内側) N/mm ²
1.200	2.57	2.57	2.58
1.100	0.00	0.00	0.01
0.800	0.47	0.47	0.47
0.500	0.67	0.67	0.67
0.400	0.65	0.64	0.66
0.300	0.28	0.27	0.28
0.000	0.10	0.09	0.10
-0.300	0.17	0.16	0.15
-0.400	-0.49	-0.53	-0.52
-0.500	-0.13	-0.14	-0.15
-0.800	0.38	0.36	0.24
-1.100	-0.81	-0.83	-0.88
-1.200	-14.41	-14.43	-14.48

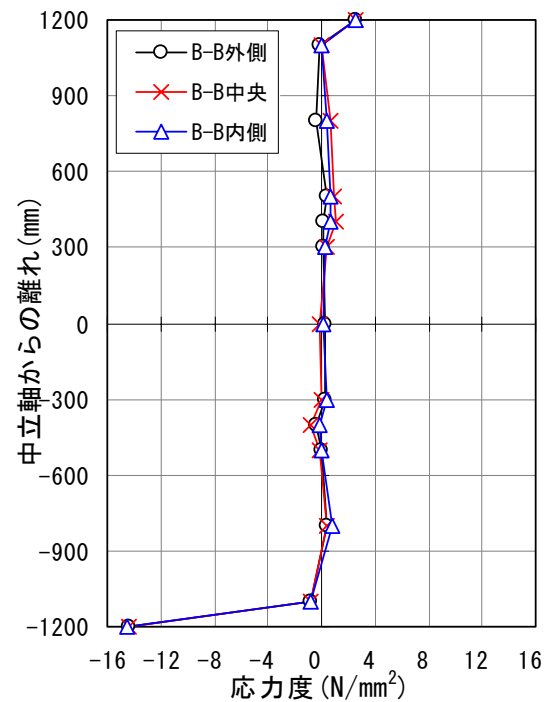


b) 軸応力分布比較図

図-4.7.8 面外方向の応力比較 (はりダイヤフラムのマンホール)

a) 軸応力度比較

中立軸からの 離れ mm	ケース4 (外側) N/mm ²	ケース5 (中央) N/mm ²	ケース6 (内側) N/mm ²
1.200	2.58	2.54	2.53
1.100	-0.18	0.05	0.01
0.800	-0.41	0.65	0.46
0.500	0.34	0.96	0.63
0.400	0.19	1.04	0.61
0.300	0.20	0.45	0.24
0.000	0.24	-0.13	0.13
-0.300	0.26	-0.05	0.38
-0.400	-0.37	-0.79	-0.12
-0.500	-0.05	-0.17	0.04
-0.800	0.41	0.41	0.74
-1.100	-0.82	-0.81	-0.80
-1.200	-14.44	-14.43	-14.49



b) 軸応力分布比較図

図-4.7.9 面外方向の応力比較 (柱ダイヤフラムのマンホール)

(4) 考察

解析結果より、本検討ケースではマンホール位置が応力評価位置から遠い方がはり下フランジの発生応力は大きく、はりダイヤフラムのマンホールより柱ダイヤフラムのマンホールの方がその影響は大きいようにもみられたが、発生応力や応力性状について各ケースでの違いはほとんどみられない。

4.7.2 マンホールの設置と疲労耐久性の関係

解析結果からわかるように、マンホールの設置や位置の違いによって隅角部の応力状態に大きな変化はみられない。これは、ダイヤフラムが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ていると、マンホールの影響によるダイヤフラムの剛性の変化が小さいためと考えられる。

4.7.3 まとめ

隅角部のダイヤフラムに設けられるマンホールの有無や位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、ダイヤフラムが適切に設計されている場合にはそこに設けられるマンホールの有無や位置の違いが隅角部の応力状態に及ぼす影響はないか、あっても小さいものと考えられる。