

5. トラスチューブ形式の検討

5-1. 検討方針

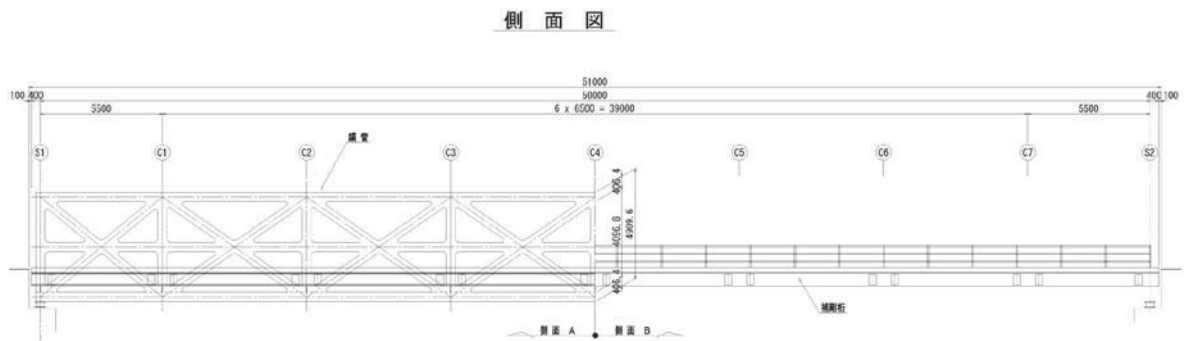
以下の条件で、トラスチューブ式橋梁の適用支間長およびトラス部材断面の検討・確認を実施する。

【検討条件】

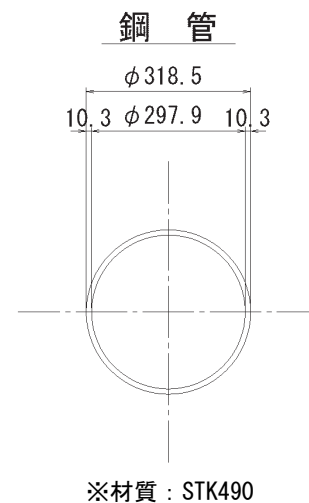
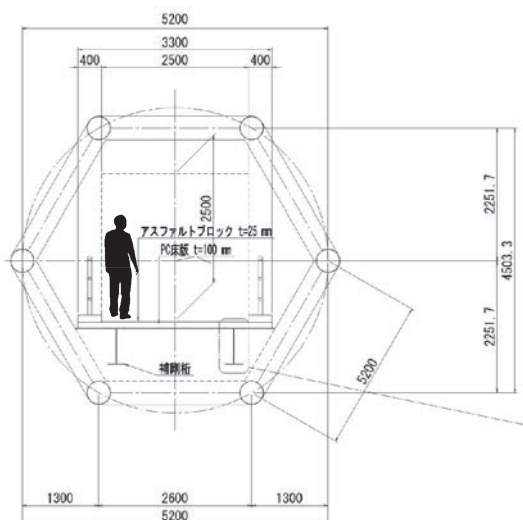
- ・ トラス材をチューブ状（同心円状）に配置するため、面外方向への影響を考慮しトラス部材断面は、 $\phi 300$ mmの鋼管を基本断面とする。
- ・ 鋼管の断面配置は左右対称を基本とした。また、デッドスペースを少なくすること、および経済性を考慮して、必要本数を少なくすることを目的とし、六角形配置とする。
- ・ 床版を支持する補剛桁の検討は主部材にあたらないため、本検討では実施しない。
- ・ 支間長は、パイプチューブ形式における検討結果を参考に、同等の最大支間が適用可能と考え $L=50$ m とする。また、歩行者の更なる視界確保および経済性の向上を目的として、トラス部材断面 $\phi 250$ の応力状態を確認する。

【形状図】

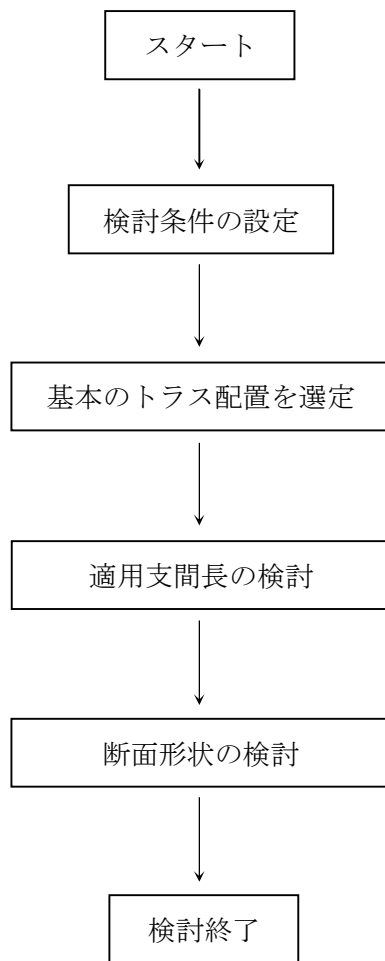
図は、支間長 $L=50$ m、 $\phi 300$ mm板厚 10 mmの場合を示す。



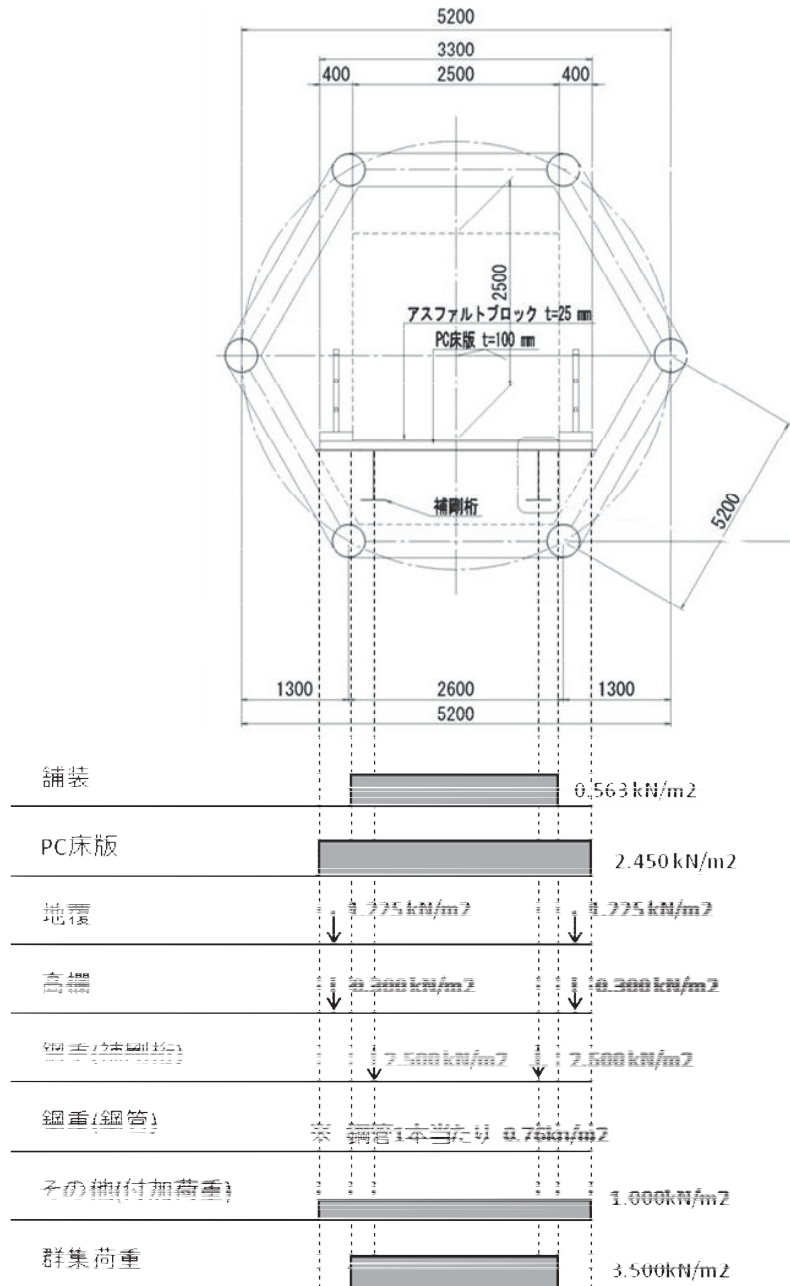
断面図 S=1:50



【検討フロー】

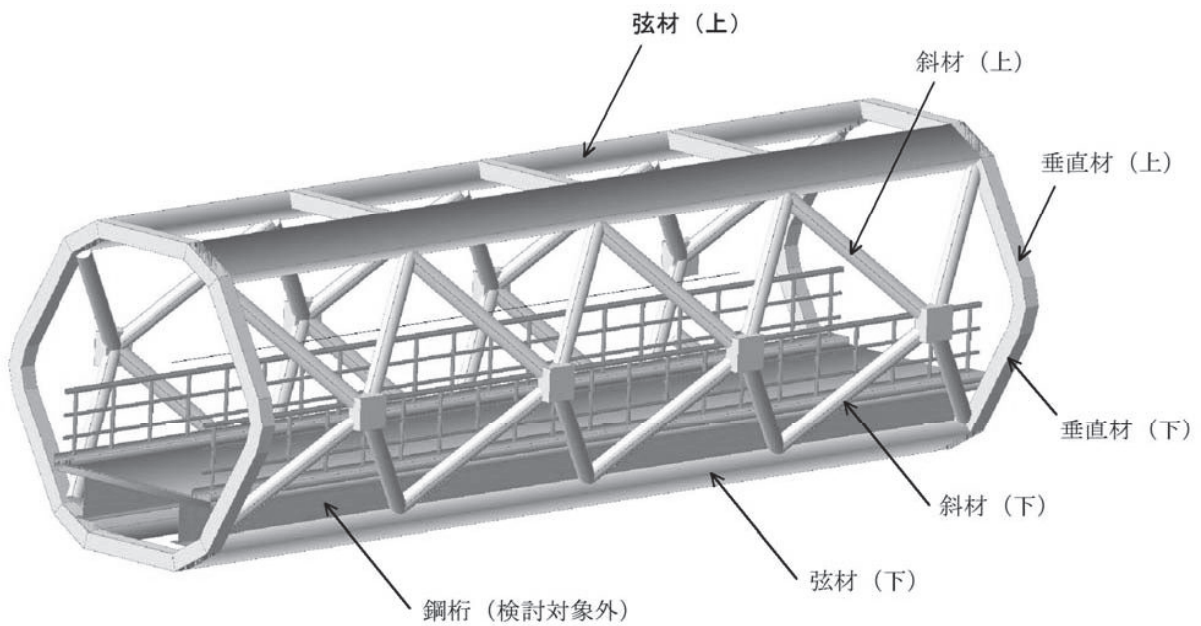


【荷重条件】



【部材名称】

各トラスの部材名称を下図に示す。



※上図は構造検討中のモデル図であるため、中段弦材および中間格点部の垂直材が含まれていない。

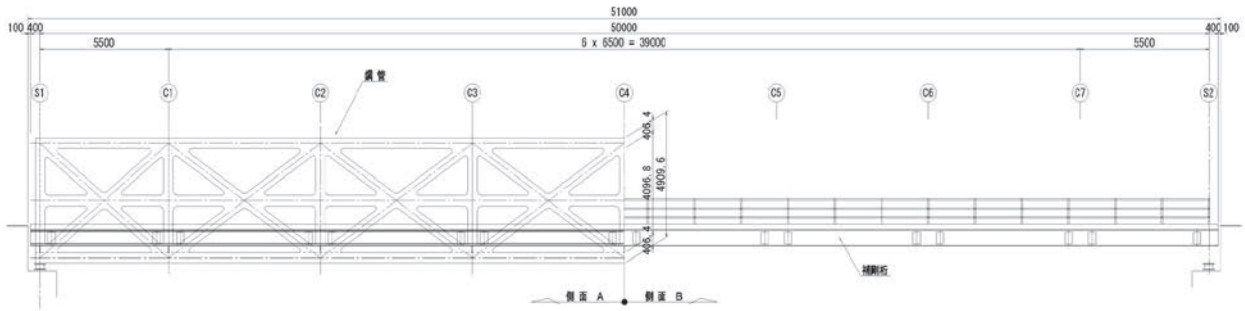
5-2. 適用支間長の検討

(1) 検討方針

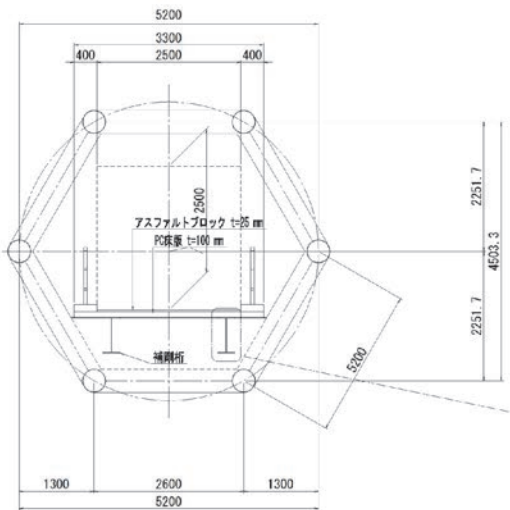
トラス部材断面 $\phi 300$ mm 板厚 10 mm (材質: STK490) として、群集荷重の変位、断面力および各部材の応力度をもって支間長 50m の適用性を検討する。

支間長 $L=50\text{m}$

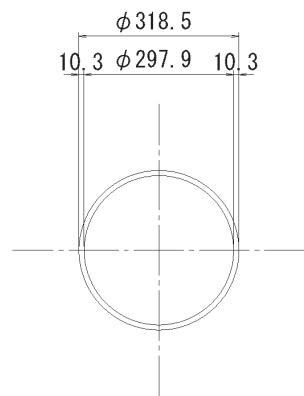
側面図



断面図 S=1:50

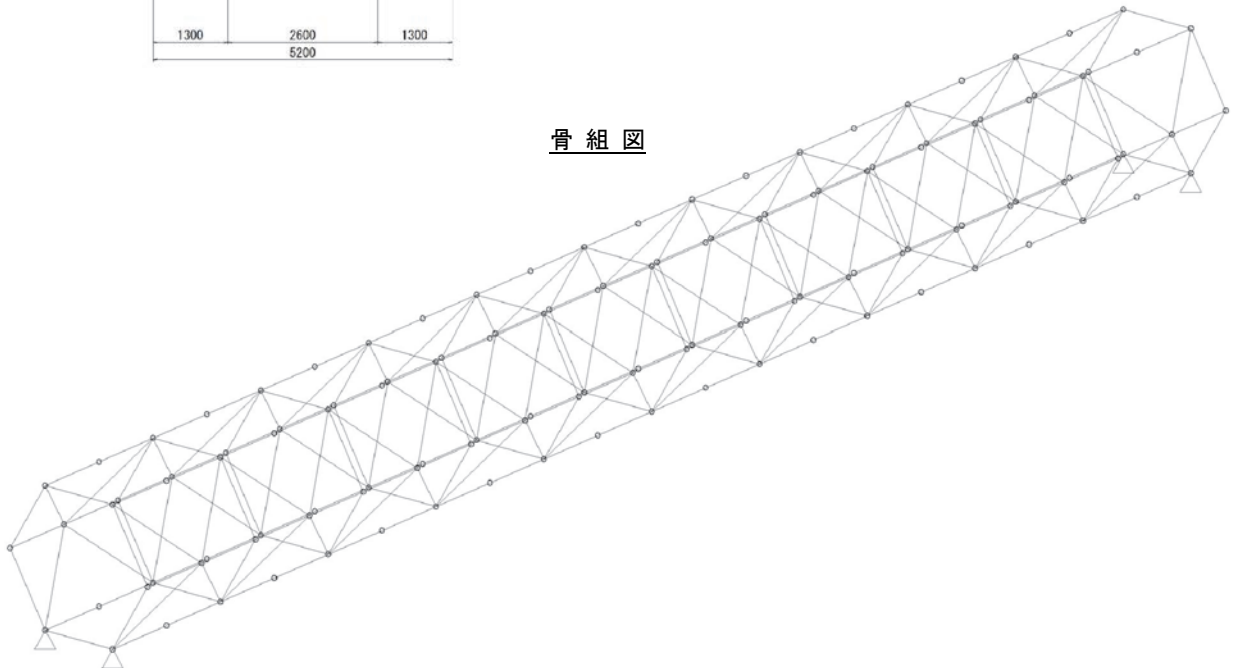


鋼管



※材質: STK490

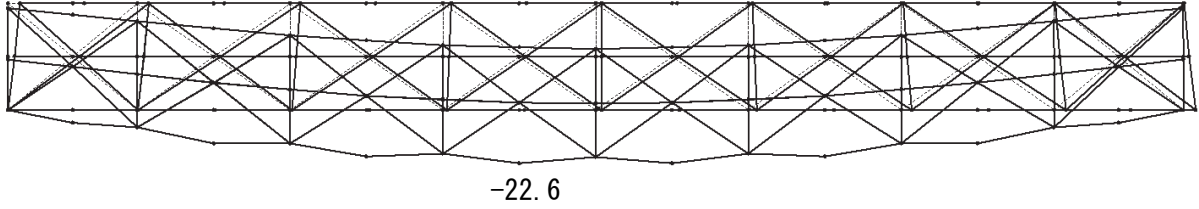
骨組図



(2) 検討結果

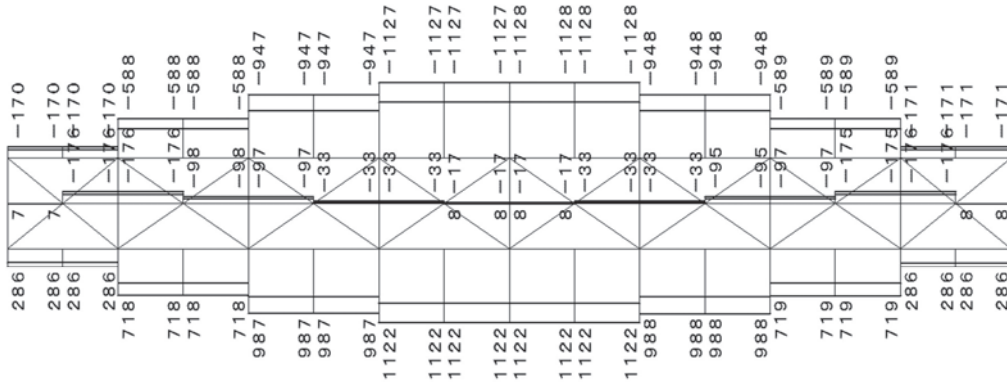
1) 変位図 (活荷重変位)

(単位 : mm)

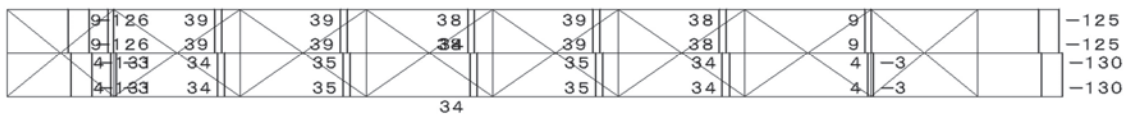


2) 軸力図

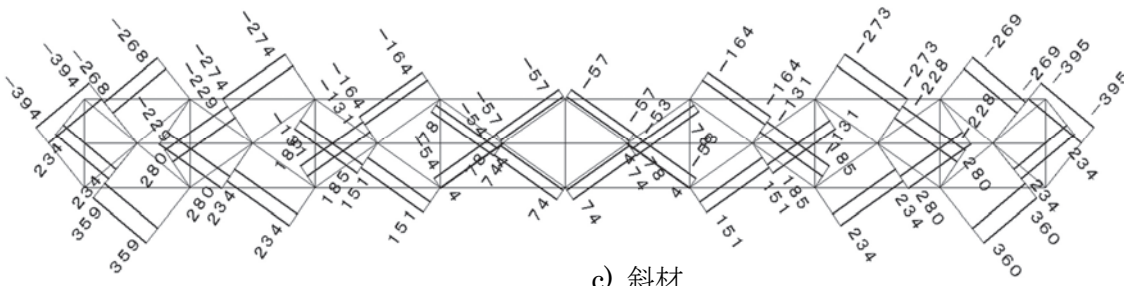
(単位 : kN)



a) 弦材



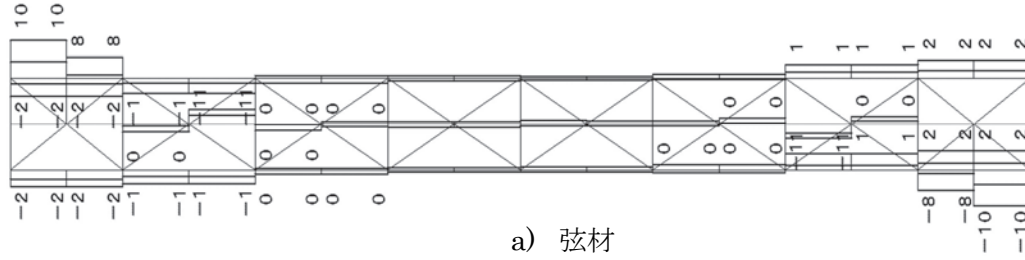
b) 垂直材



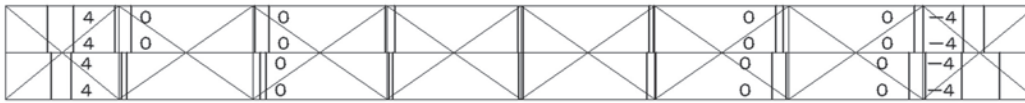
c) 斜材

3) せん断力図

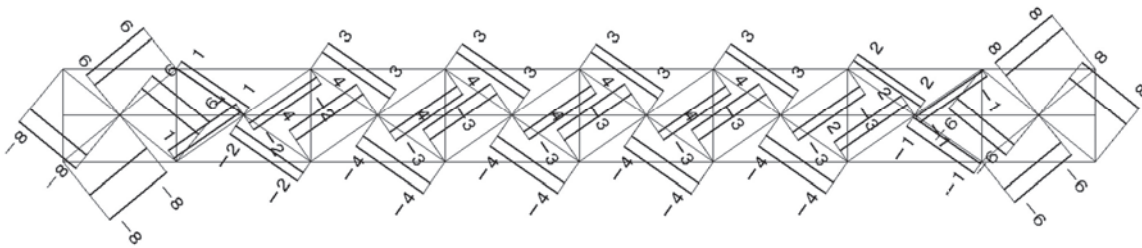
(単位 : kN)



a) 弦材



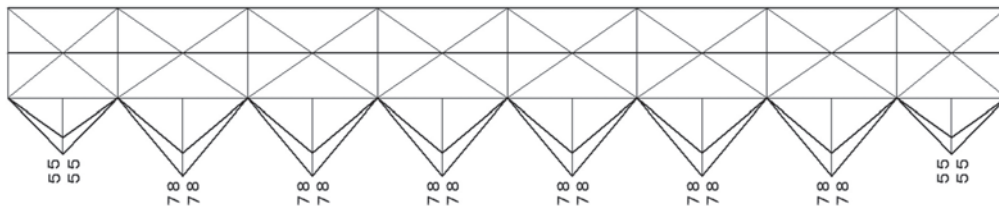
b) 垂直材



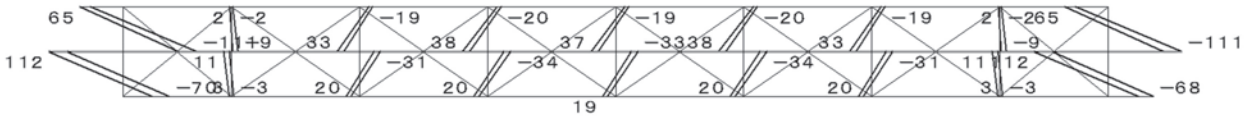
c) 斜材

4) 曲げ図 (面内曲げモーメント)

(単位 : kN・m)



a) 弦材



b) 垂直材



c) 斜材

4) 活荷重たわみ

活荷重たわみは、解析結果から最大 22.6mm となった。

ここで、活荷重たわみの許容値は、H24 道路橋示方書・同解説Ⅱ 2.3「その他の形式」に準じることとし、 $L/600$ (m) (L：支間長) をもって照査する。

$$\delta = 22.6 \text{ (mm)} < L/600 = 0.0833 \text{ (m)} \rightarrow 83.3 \text{ (mm)}$$

以上から、許容値内に収まっており、構造物の安全性に影響を与えるたわみ量ではないと考えられる。

5) 鋼管応力度

本形式は鋼管を組み合わせた構造のため、経済性に優れる市販されている形鋼の鋼管を想定し、以下の鋼管部材を設定した。

【設定断面】 $\phi 318.5 \times 10.3$ (STK490)

【許容応力度】 $\sigma_a=185$ (N/mm²)、 $\tau_a=60$ (N/mm²) ※1

※1：本構造は、鋼管内に補剛材を設けることは困難であるため、H24 道路橋示方書・同解説Ⅱ 15.3 に準じて、 $\tau_a=60$ N/mm² とした。

各部材の応力度を以下に示す。各部材ともに許容応力度内に収まった結果となった。

		σ_x (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	σ_z (N/mm ²)	τ_x (N/mm ²)	τ_y (N/mm ²)	τ_z (N/mm ²)	(合成)
弦材	上	-113.1	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.37
	中	-1.7	0.0	1.1	1.1	0.1	0.0	0.00
	下	112.6	0.0	1.2	0.5	0.1	4.8	0.37
垂直材	上	-12.7	150.1	8.2	8.0	0.8	13.6	0.66
	下	-13.1	151.0	8.2	8.0	0.8	13.8	0.67
斜材	上	28.1	0.0	3.0	2.0	0.2	0.0	0.02
	下	36.1	0.0	17.0	4.0	1.2	0.0	0.01

(3) 考 察

パイプチューブ形式で適用可能となった最大支間 50m においても、トラスチューブ形式は適用可能であることが分かった。

解析結果から、弦材、垂直材、斜材で軸力が支配的であることから、一般的なトラス橋梁と同様の挙動に近い傾向を示している。

軸力について、弦材では支間中央部、斜材では支点部近傍が大きな値となっている。本検討では構造材の全断面を統一しているが、断面形状を最適化することで、景観性の向上やコスト削減が可能であると考えられる。

せん断力は、ほぼ全ての部材で低い値となっている。

活荷重たわみにおいては、22.6mm と他形式に比べても小さく、橋梁として十分な剛性を有しており、歩行者の通行に際しては不安感を与えることはないと考えられる。

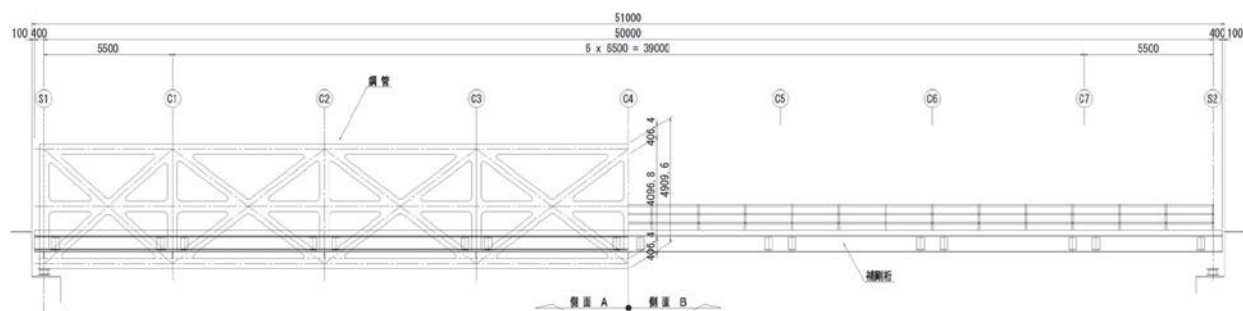
5-3. トラス部材の検討

(1) 検討ケース

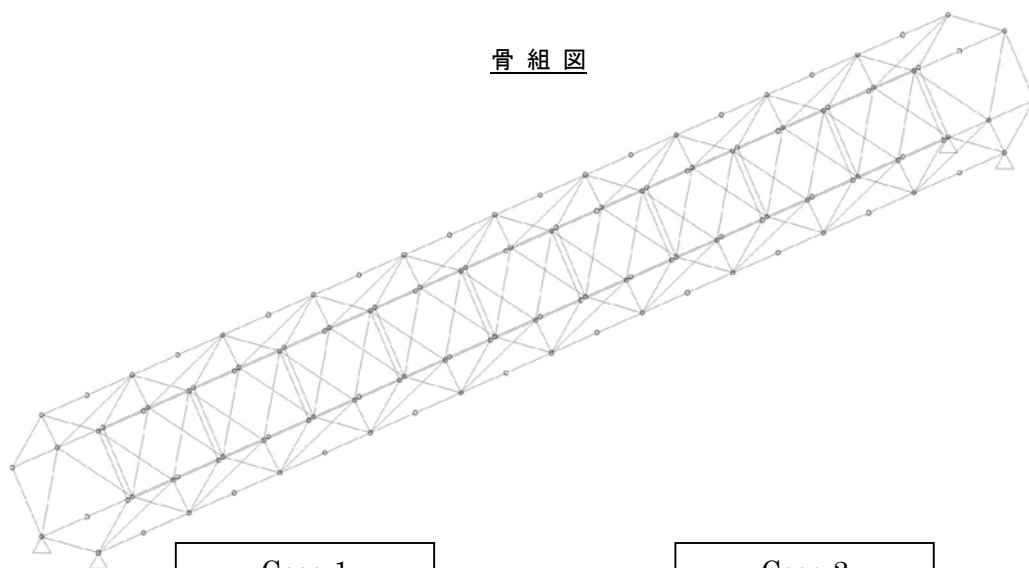
5-2. 適用支間長の検討の結果より、支間長 50m が適用可能と分かった。次に、歩行者の視界確保および経済性の向上を目的として、トラス部材断面 $\phi 250$ の応力状態を確認する。検討断面は基本断面と位置付けた $\phi 300$ mm板厚 10 mm (材質: STK490)、その他に汎用性の高い鋼管より、 $\phi 250$ 板厚 9.3mm (材質: STK490) を選出した。

支間長 L=50m

側面図

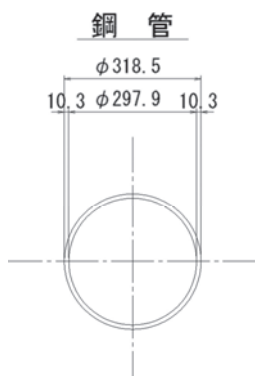


骨組図

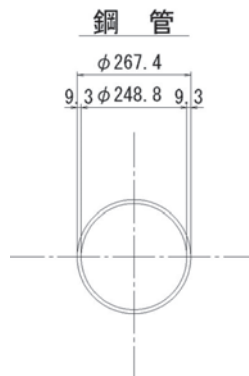


Case-1
($\phi 300$ t=10.3)

Case-2
($\phi 250$ t=9.3)



※材質：STK490



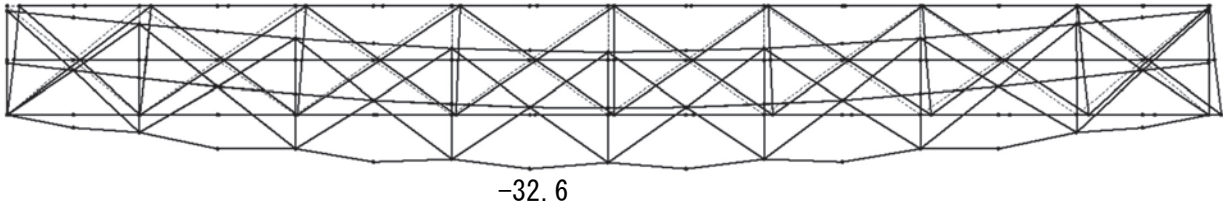
※材質：STK490

(2) 検討結果

以下に Case-2 の検討結果を示す。Case-1 の検討結果については、5-2 検討結果を参照のこと。

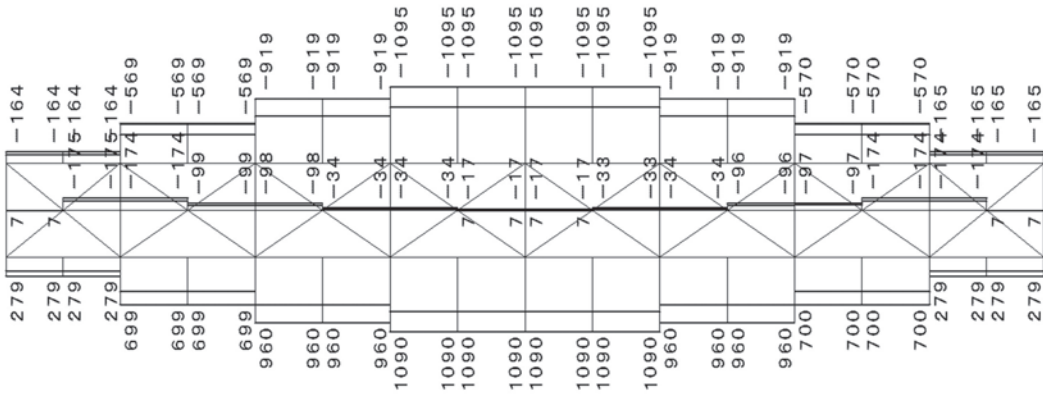
1) 変位図

(単位：mm)

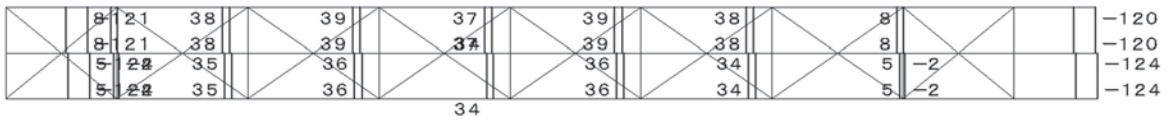


-32.6

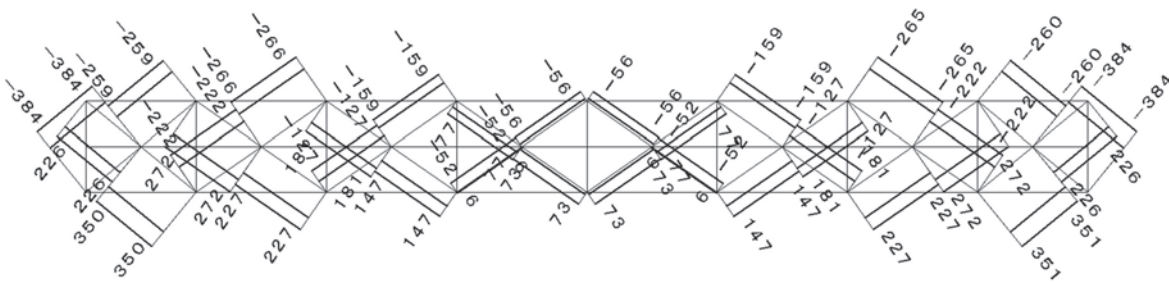
2) 軸力図
(単位 : kN)



a) 弦材

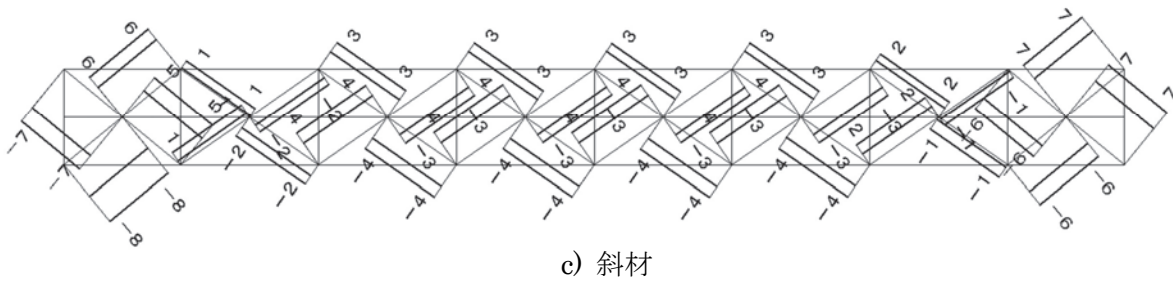
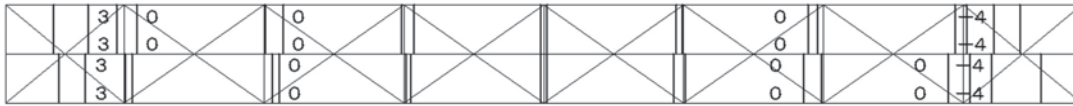
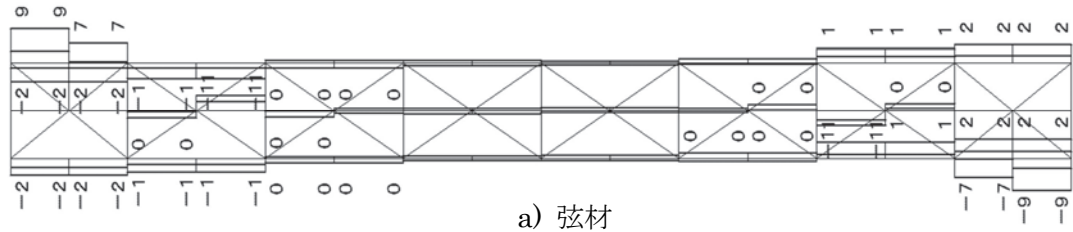


b) 垂直材

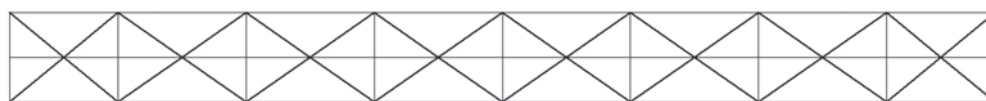
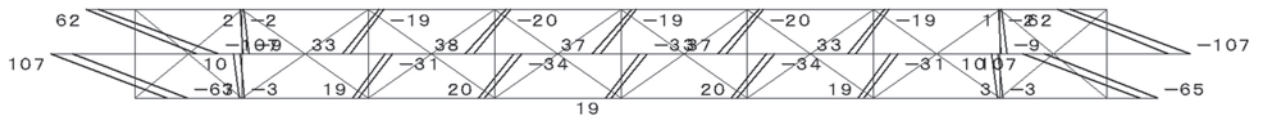
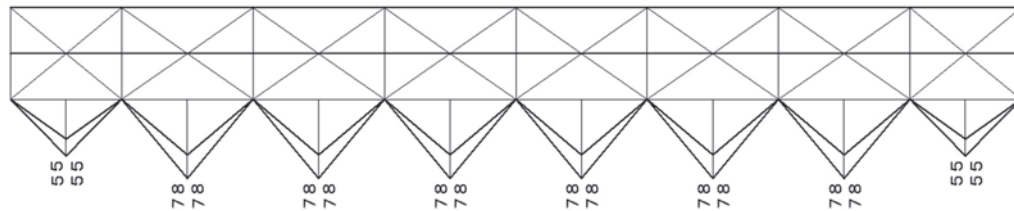


c) 斜材

3) せん断力図
(単位 : kN)



4) 曲げ図 (面内曲げモーメント)
(単位 : kN・m)



4) 鋼管応力度の比較

鋼管の応力度の比較を行う。

なお、Case-2 の想定断面は、Case-1 と同様、市販の形鋼サイズとした。

【設定断面】 $\phi 267.4 \times 9.3$ (STK490)

【許容応力度】 $\sigma_a=185$ (N/mm²)、 $\tau_a=60$ (N/mm²) (Case-1 と同じ)

応力度の一覧は以下に示す。

		σ_x (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	σ_z (N/mm ²)	τ_x (N/mm ²)	τ_y (N/mm ²)	τ_z (N/mm ²)	(合成)
弦材	上	-126.9	0.0	1.9	0.7	0.1	0.0	0.47
	中	-2.3	0.0	1.7	2.1	0.1	0.0	0.00
	下	144.6	0.0	2.2	0.7	0.1	6.4	0.61
垂直材	上	-16.1	227.9	11.8	11.7	0.9	17.3	1.52
	下	-16.6	229.6	11.8	11.7	1.0	17.6	1.54
斜材	上	36.2	0.0	4.4	2.6	0.2	0.0	0.04
	下	46.5	0.0	25.9	5.5	1.5	0.0	0.07

鋼管径を 1 ランク下げて $\phi 267.4$ とした場合、格点毎に六角形を構成している垂直材で許容応力度を超過する結果となった。

(3) 考 察

支間長を 50m と想定した場合、Case-2 断面 ($\phi 250 \times 9.3$) では、桁端部の垂直材について、許容応力度を超過する結果となった。これは、弦材および斜材による軸力が桁端部の垂直材に集中し、発生する卓越した面内曲げモーメントによる影響が考えられる。また、支点上であることから垂直材に面外方向（六角形断面を潰す方向）へ荷重が載荷される影響も考えられる。

よって、支間長 50m を想定し構造材を同一断面とする場合、鋼管径は $\phi 300$ が望ましいと考える。しかしながら、軸力や曲げが卓越する中間支点部の弦材・端支点部の斜材や垂直材に鋼管径 $\phi 300$ を使用し、それ以外の部材を鋼管径 $\phi 250$ を使用するなど、部材位置毎の最適断面を使用することで、さらに景観性等に対して合理的な構造とすることが出来る。