

ストラット付き波形鋼板ウェブPC箱桁橋の適用性の検討

猪熊 康夫*1・本間 淳史*2

1. はじめに

第二東名高速道路の静岡建設局管内の約146kmの区間は、その多くが市街地および急峻な山岳地帯を通過することから、構造物の占める割合が高く、橋梁延長は全体の約1/3に達している。このため新技術・新工法を積極的に取り入れ、合理的で経済的な橋梁建設を実施する必要がある。

急峻で進入路が限られる山間部の橋梁計画にあたっては、桁搬入の問題や架設機材の大規模化などの理由により、一般的にPC箱桁橋の採用が多くなるが、有効幅員16.5m

の幅員を有する第二東名高速道路の橋梁においては、施工性だけでなく、死荷重の軽減とそれに伴う基礎構造・下部構造の縮小が耐震性や経済性の向上を図るうえで重要な課題となる。

本稿は、このために考えられるいくつかの橋梁形式の中から、近年、研究開発の盛んな鋼・コンクリート複合構造を取り入れ、さらに主桁断面の縮小を図った、ストラット付き波形鋼板ウェブPC箱桁橋の適用性について詳細に検討を行った結果を報告するものである。

表-1 波形鋼板ウェブPC橋の実績

橋名 (施工場所)	構造形式	径間数	橋長 (m)	最大支間 (m)	施工方法	桁高 (m)
コニャック橋(仏)	3径間連続形式	3	106.750	43.0	場所打ち	2.25(2.6)
モーブレ橋(仏)	7径間連続形式	7	325.000	50.4	押出し工法	3.0
新開橋(新潟)	単純形式	1	31.000	30.0	場所打ち	1.9
ドール橋(仏)	7径間連続形式	7	497.560	80.0	張出し工法	2.5~5.5
銀山御幸橋(秋田)	5径間連続形式	5	210.000	45.5	押出し工法	3.0
本谷橋(岐阜)	3径間連続ラーメン形式	3	198.193	97.2	張出し工法	2.5~6.4

注) ただし、桁高の()内の値は、支点部のみ下床版を厚くしたことにより変化した値を示す。

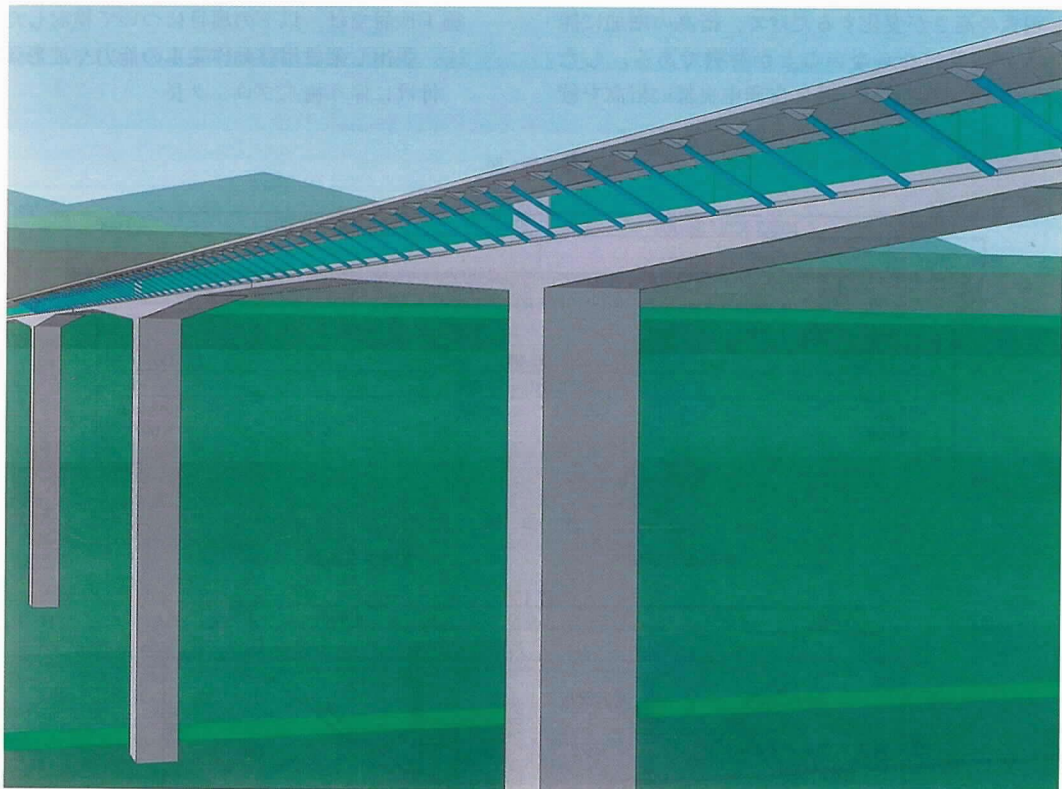


図-1 CGによる全景

*1 Yasuo INOKUMA: 日本道路公団 静岡建設局 建設部 構造技術課 課長

*2 Atsushi HOMMA: 日本道路公団 静岡建設局 建設部 構造技術課 課長代理

2. 適用性の検討

2.1 波形鋼板ウェブPC橋の特徴

波形鋼板ウェブPC橋は、PC橋のコンクリートウェブを波形鋼板に置き換えたもので、波形鋼板のアコーディオン効果により、上下コンクリート床版へのプレストレスの導入が効率的に行えるとともに、せん断座屈に対する座屈抵抗性が高く、合理的な複合PC橋梁としての位置を確立しつつある。また、一般的なPC橋に比べて、自重を20%程度軽減できると言われており、上・下部を含めた工費の削減が可能となるばかりか、コンクリートウェブの施工が省略できるため、施工に関する省力化と急速化が可能となる^{1)~4)}。

本橋梁のオリジナルは欧州において生まれたものであるが、わが国においても注目され、すでに3橋が建設されている。その中で、新開橋では単純桁橋に、銀山御幸橋では連続桁橋に、そして本谷橋では連続ラーメン橋に適用された。特に、本谷橋の連続ラーメン構造は世界でも初めての構造形式である。表-1に国内外の波形鋼板ウェブPC橋の実績を示す^{5)~9)}。

2.2 断面形状に関する基本コンセプト

本谷橋での変断面構造は、コンクリートウェブを波形鋼板に置換しているため、波形鋼板の形状を変断面としている。

本検討では、図-1に示すように、波形鋼板ウェブPC箱桁橋にストラットを配置した構造を提案した。そのため、橋軸方向のコンクリート床版の変形性能が一定となるように各ストラットの傾斜角と剛性を一定とした。

また、波形鋼板ウェブPC箱桁橋では、桁高の増加に対しては、波形鋼板の高さが変化するだけで、桁高の増加に伴う自重の増大が顕著にならないことが特徴である。したがって、長大支間の橋梁では、特に支間中央部の桁高を絞

る必要がなくなる。

そこで、本構造検討では、上記の構造的特徴と波形鋼板の製作に関する省力化も考慮し、波形鋼板の運搬能力の範囲内で波形鋼板の高さを一定とした。さらに、支点部付近の圧縮応力度が卓越する領域については、波形鋼板の下側にコンクリートウェブを設ける構造とした¹⁰⁾。

本提案の全体構造を図-2に示す。

2.3 検討内容

ストラット付き波形鋼板ウェブPC箱桁橋の特徴は、ストラットを付けることにより、従来の一室箱桁断面に比べ上床版の曲げモーメントバランスが良くなることである。さらに、下床版幅を絞ることにより、重量軽減が図れるとともに、橋脚および基礎構造の縮小が可能となるため、第二東名のような広幅員の橋梁においては特に有効な構造と考えられる。

以下では、本構造の適用性に関する検討として、構造検討と施工検討について述べる。

構造検討では、ストラット位置の決定が構造上大きな課題となる。そこで、図-2に示したように、支間85.0mの連続ラーメン橋を想定し、以下の項目について検討した。

- ① 横方向断面のストラット位置
- ② 橋軸方向のストラット間隔

また、上記①と②の構造を決定するため以下の応力検討を行った。

- ① ストラットによる横方向プレストレス力の拘束度
- ② ストラット接合部における床版の押抜きせん断耐力
- ③ 鋼ストラット部材の座屈安全性

施工検討では、以下の項目について検討した。

- ① 張出し架設用移動作業車の能力や波形鋼板の波の割付けに伴う施工ブロック長

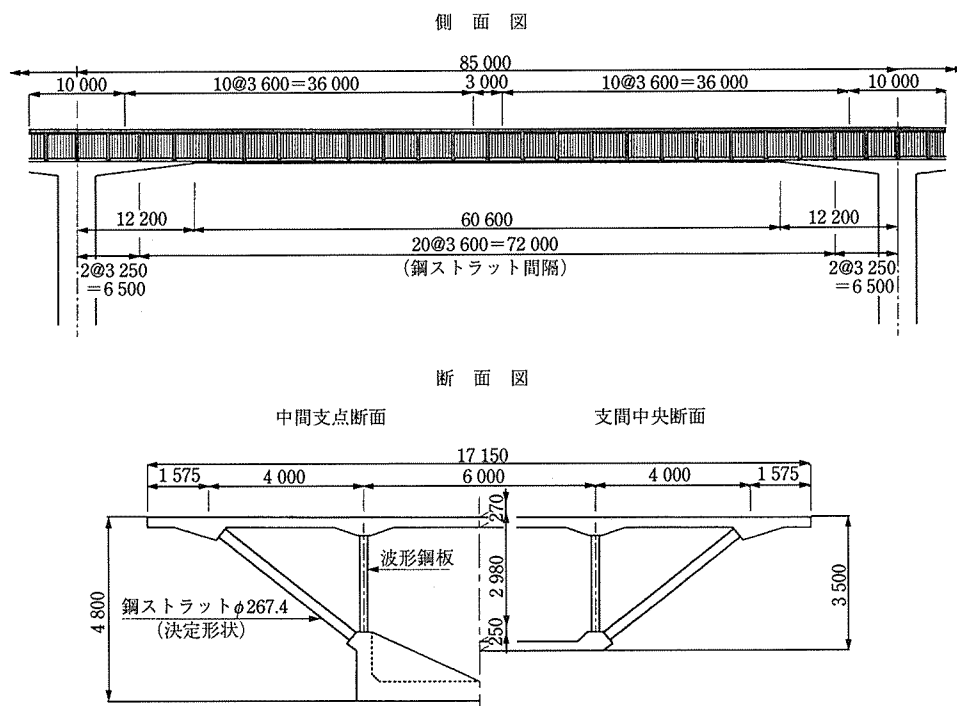


図-2 構造一般図

- ② 施工方法
- ③ ストラットの割付け

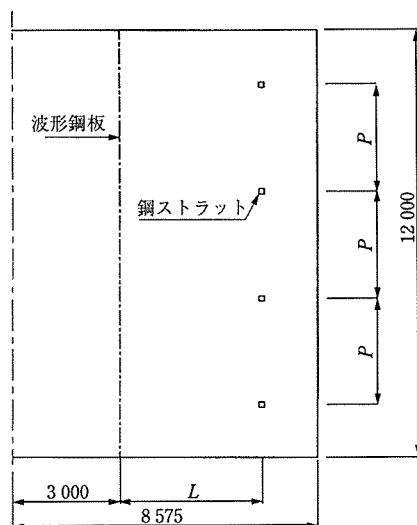
本検討のフローチャートを図-3に示す。

3. 基本構造検討

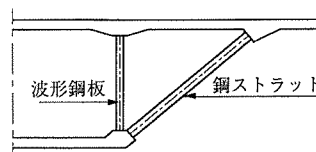
3.1 検討方法

(1) 概要

本構造検討において対象としたのは、図-4に示すように、図-2の構造一般図における支間部の標準箱桁断面部である。ここでは、鋼製のストラットを有する床版の輪荷重の影響を把握できる範囲とするため、橋軸方向の解析対象長さを12.0mとした。計算の煩雑性を避けるため、横方向については断面中心に対し対称荷重とした半モデルとし、モデル化した床版幅員は、構造全幅17.15mの1/2となる8.575mである。



平面図



断面図

図-4 検討対象平面と断面

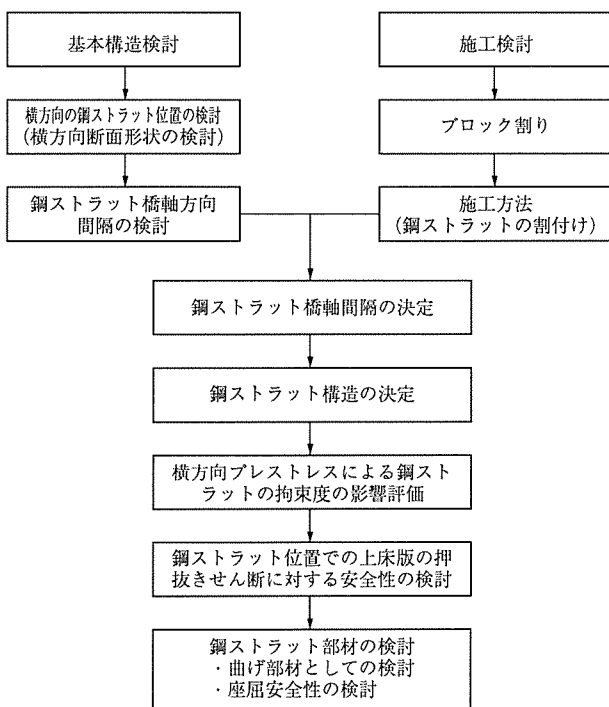


図-3 検討フローチャート

(2) 解析モデル

解析モデルは図-5に示すように、ストラットの構造的な特性を把握できるようにするため、上下のコンクリート床版および波形鋼板をシェルモデルとし、鋼製のストラットは棒要素を用いた3次元のFEM解析モデルとした。

本モデルにおいて、上下コンクリート床版の厚みは要素の曲げ剛性と膜剛性によって考慮されている。また、波形鋼板については、波の形状を考慮した剛性と等価な横方向剛性を有する平鋼板に置換してシェルモデル化した。この場合、波形鋼板の波の波長を300mm一定とし、波の高さを250mmとしたときの等価剛性としたため、平鋼板厚を122mmとしている。ストラットについては、棒要素として曲げ剛性と伸び剛性を考慮した。そして、上下コンクリート床版のシェル要素と棒要素の接合条件は剛とし、波形鋼

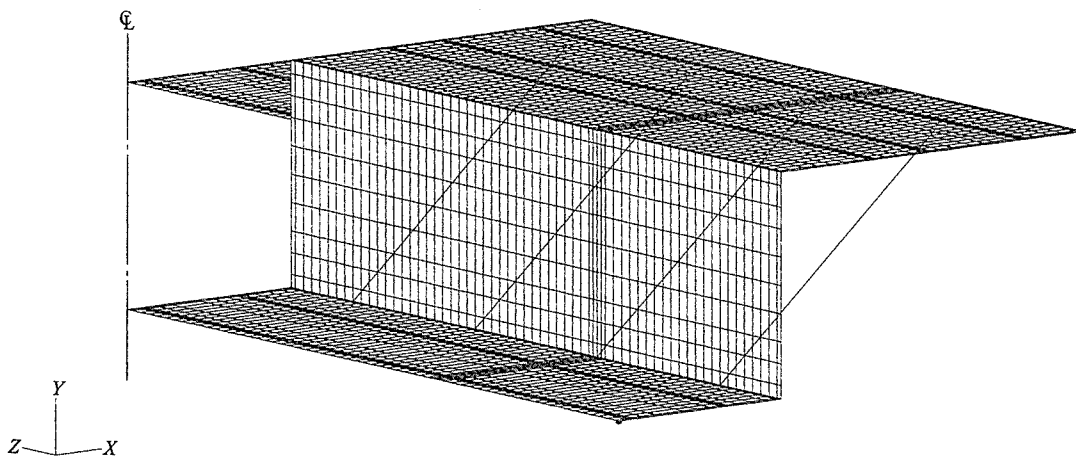
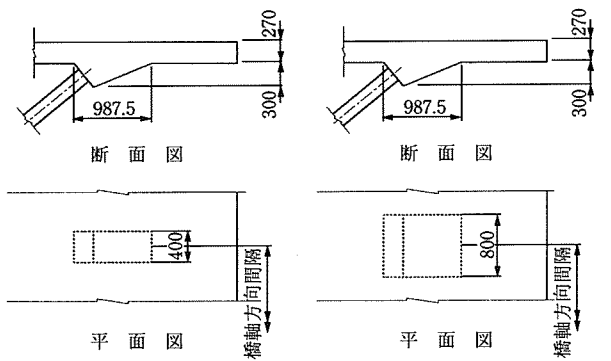


図-5 解析モデル

板の下端では、橋軸方向に単純支持し、橋軸直角方向に可動とした。

特に、ストラット上端のハンチ構造の剛性とストラットの剛性が床版の断面力に影響を及ぼすことを考慮し、ハンチ構造については、図-6に示すように2種類仮定した。また、ストラットについても2種類の断面を考慮し、断面形状を150mm×150mmの角鋼管と300mm×300mmの角鋼管を仮定し、それぞれ解析に反映させた。

要素分割に際し、コンクリート上床版については、輪荷重の直接載荷が考慮でき、さらに、ストラット取付け部のハンチの大きさを考慮できるように、橋軸方向に46分割とし



(a) 橋軸方向ハンチ部長さ400mm (b) 橋軸方向ハンチ部長さ800mm
図-6 ハンチ形状図

表-2 解析条件

		諸 元
コンクリート	上床版厚	270mm
	下床版厚	250mm
	上床版ハンチ幅	400mm, 800mm
	設計基準強度	40N/mm ²
波形鋼板	ヤング係数	3.1×10 ⁵ kgf/cm ²
	ポアソン比	0.167
	材 質	SM490
	等価板厚	122mm
鋼ストラット	ヤング係数	2.1×10 ⁶ kgf/cm ²
	ポアソン比	0.3
	材 質	SS400
活荷重輪荷重強度		後輪10tf, 前輪2.5tf

た。また、波形鋼板ウェブを6分割、コンクリート下床版を7分割、ストラットを5分割とした。

解析条件を表-2に示す。

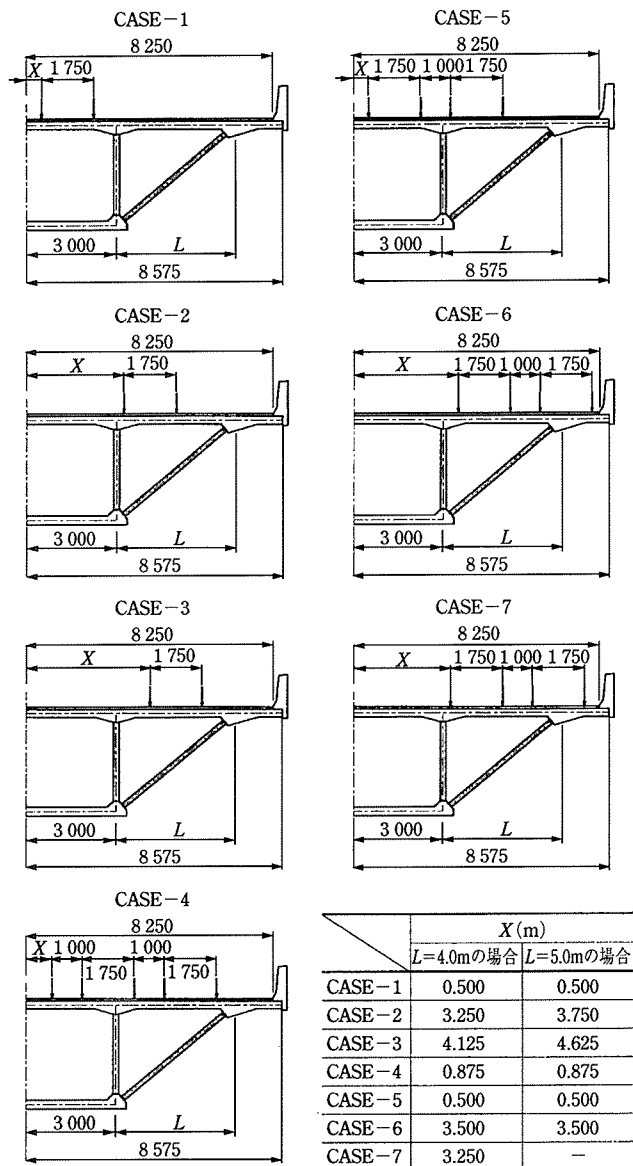
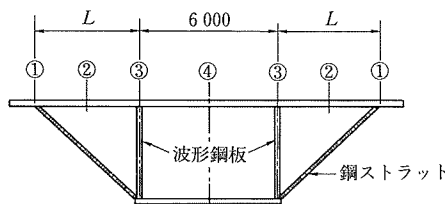


図-7 鋼ストラット位置による活荷重の載荷パターン

表-3 横方向鋼ストラット位置の解析ケース

解析ケース	鋼ストラット位置L	鋼ストラット間隔P	鋼ストラットの形状	鋼ストラットハンチの形状	輪荷重の載荷状態
解析ケース	4.0m	3.0m	角鋼管 150mm×150mm	橋軸方向 0.4m	①の負曲げ最大
	5.0m	3.5m	角鋼管 300mm×300mm	橋軸方向 0.8m	②の正曲げ最大
		4.0m			③の負曲げ最大
					④の正曲げ最大



3.2 横方向のストラット位置の検討

横方向のストラット位置の検討では、横方向断面としての基本条件として、橋脚幅を6.0mと仮定し、コンクリート下床版幅を6.0mと固定した。そして、ストラット位置を波形鋼板位置より4.0m離れた位置と5.0m離れた位置のそれぞれ2カ所想定して、合理的な横方向断面形状を決定するための解析を行った。

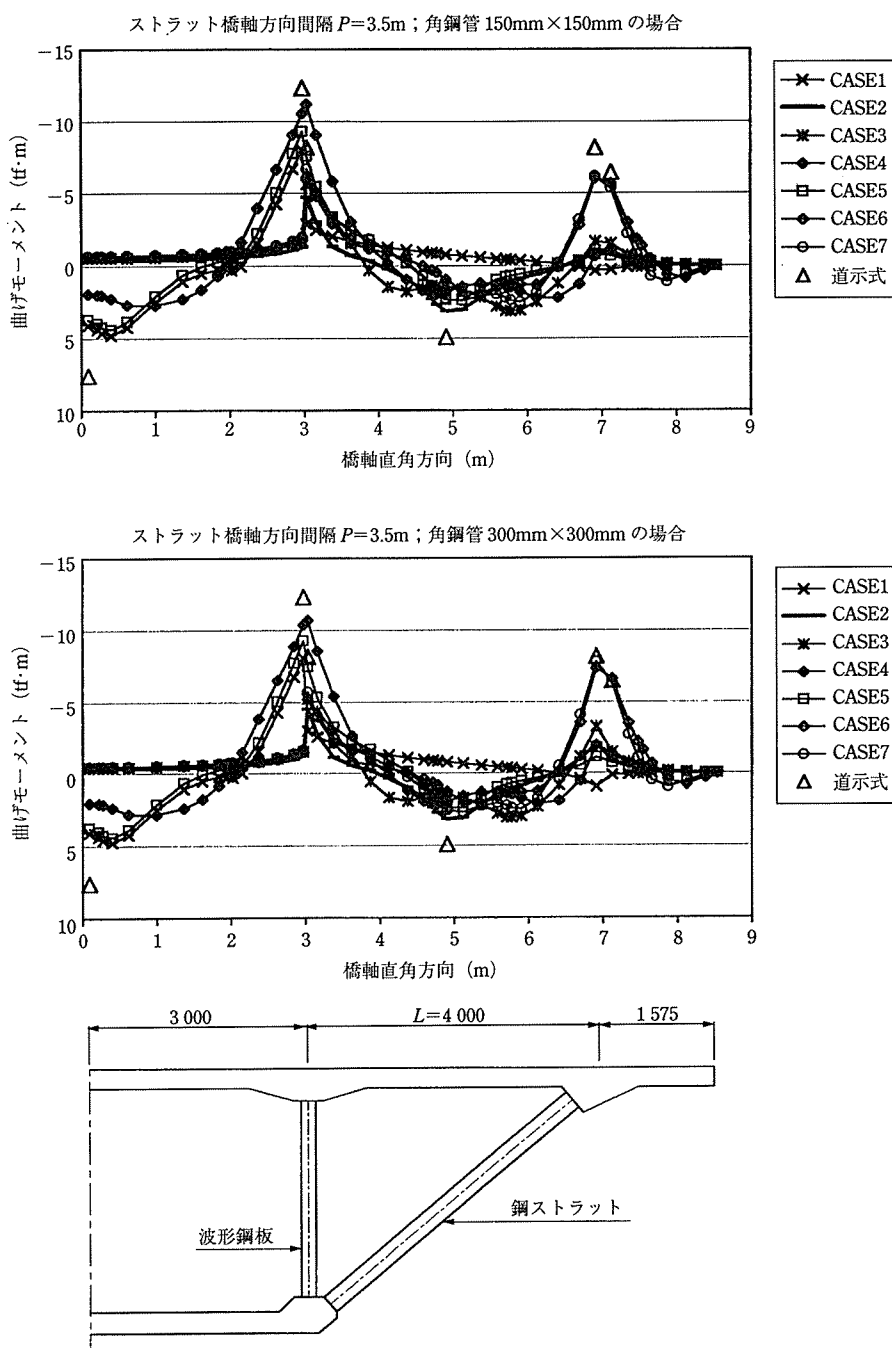
解析ケースは、表-3に示すように、2種類のストラット横方向断面位置、3種類の橋軸方向ストラット間隔、2種類のストラット断面形状、2種類のハンチ形状および4種類の輪荷重の載荷状態を考慮した全96ケースである。

本解析に用いた活荷重の横方向断面での載荷パターンを

図-7に示す。なお、これらの荷重は橋軸方向にも載荷している。また、活荷重断面力の解析結果については、算出された断面力に割増し係数(衝撃係数を含む)1.4を乗じている。

橋軸方向のストラット間隔(P)が3.5mの場合の床版の活荷重断面力解析結果を図-8および図-9に示す。なお、本解析結果には、参考値として道路橋示方書(以下、道示)の式で計算した値を付記した¹¹⁾。

解析値と道示の計算値の比較をすると、波形鋼板直上の床版の負曲げについては、ストラットの離れ(L)が4.0mの場合には約15%、5.0mの場合には約5%と、それぞれ道示の値が大きい数値を示した。また、波形鋼板とストラット間の床版の正曲げについては、ストラットの離れ(L)が4.0m



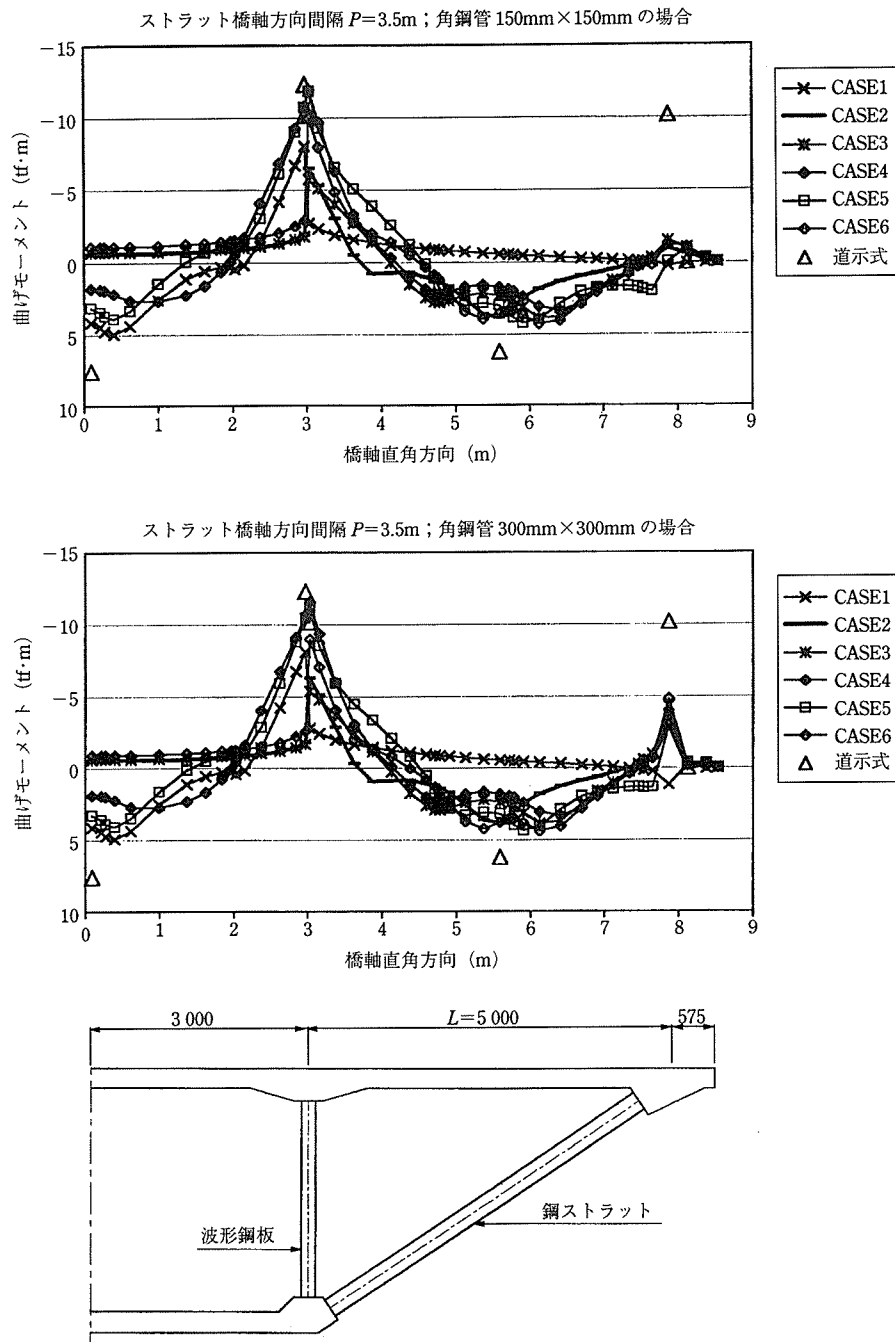


図-9 ストラット橋軸方向間隔 $P=3.5\text{m}$ 、横方向位置 $L=5.0\text{m}$ の場合の活荷重断面力図

の場合には約50%、5.0mの場合には約10%と、それぞれ道示の値の方が安全側の数値を示している。しかしながら、解析値と道示の計算値は、比較的良好に合っている。この傾向については、本構造が、ストラットで支えられた構造ではあるが、一種の連続版としての挙動に近いことを示すものである。上床版の設計で用いた活荷重断面力については、道示の値が安全側となっているため、道示の値を用いた。

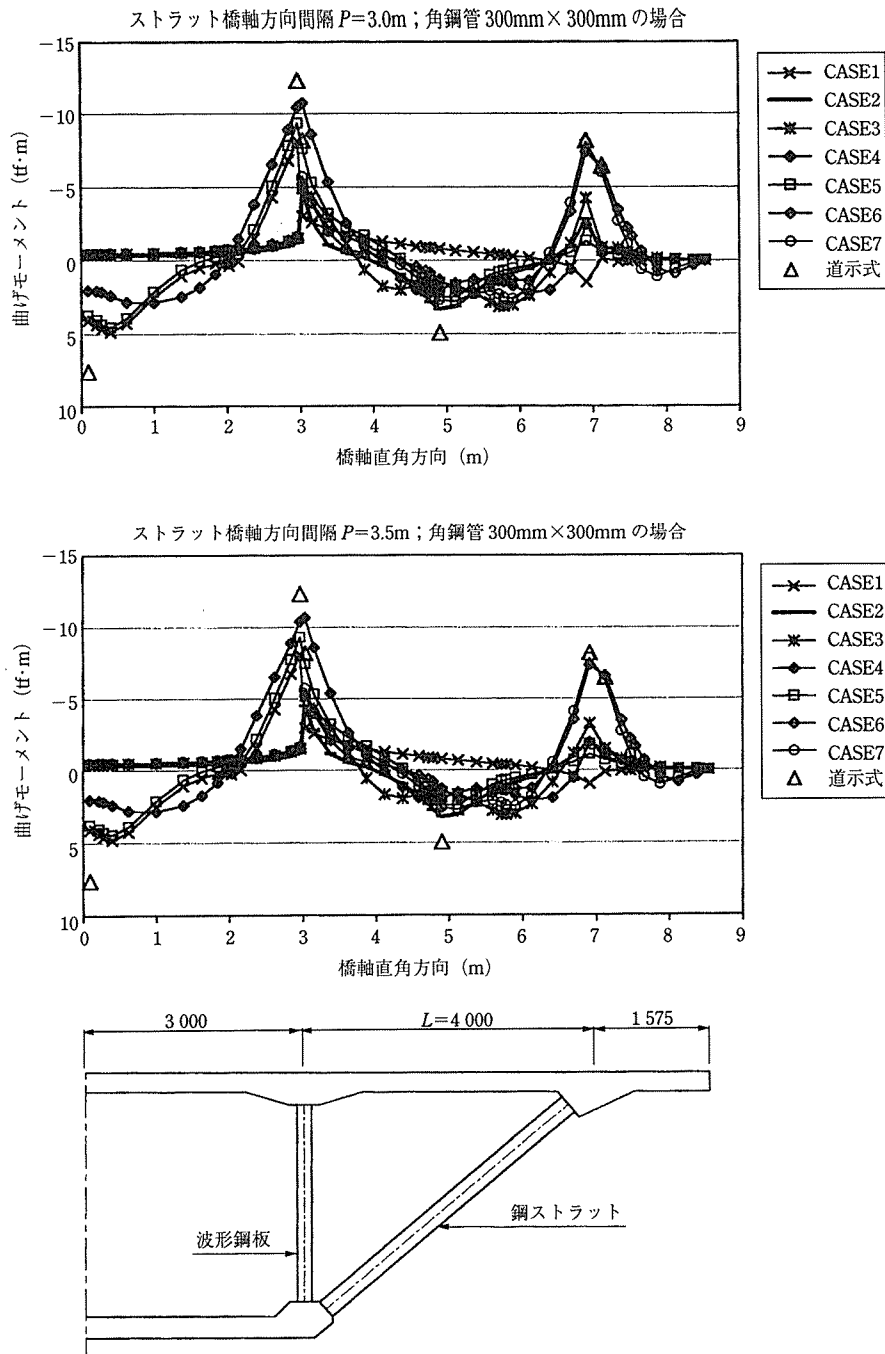
解析結果によれば、ストラットの離れとストラットの剛性の相違による活荷重断面力への影響は以下のとおりであった。

- ① ストラットの離れが大きくなるほど、床版の正曲げが大きくなり、ストラット位置での床版の負曲げが小

さくなる傾向を示した。

- ② ストラットの剛性の相違による断面力への影響については、波形鋼板直上の床版の負曲げと波形鋼板とストラット間の正曲げにはほとんど影響を与えなかった。しかし、ストラット直上の床版の負曲げについては、若干の相違が生じ、剛性が大きい方(300×300)が若干大きくなる傾向を示した。

また、橋軸方向のストラット間隔が3.0mと3.5mを例とし、横方向断面力を比較した。結果を図-10に示す。この場合の解析条件では、波形鋼板からのストラットの離れを4.0mとし、ストラットには300mm×300mmの角鋼管を用いている。これらの結果から、ストラット間隔の相違による



横方向断面力への影響は非常に小さかった。

ストラット位置の決定に際し、横締めPC鋼材の配置については、施工性と緊張力の損失等を考慮して、できるだけ曲上げ、曲下げの回数を減らすことに配慮した。

検討の結果、上床版の曲げ応力度は、波形鋼板とストラットの間での風荷重作用時の正曲げ状態で決定されている。つまり、ストラット位置が波形鋼板ウェブより離れるほどその正曲げが大きくなり、横方向断面力構成として好ましくない状態となる。この場合、設計に用いた風荷重は、 8.0m 高に対し、 300 kgf/cm^2 の荷重である。

本検討により、バランスの良い横方向断面力構成と合理的なPC鋼材配置から、ストラット位置を波形鋼板より 4.0m

離れた位置と決定した。

3.3 ストラットの橋軸方向間隔の検討

ストラットの橋軸方向間隔の検討では、その間隔の大きさに伴う橋軸方向の活荷重断面力が支配的となる。

本検討では、3.2項で検討したストラット位置を波形鋼板ウェブ位置から 4.0m と固定し、コンクリート上床版の橋軸方向活荷重断面力に対し、ストラット位置での床版の負曲げ、およびストラット間の床版の正曲げに着目した。解析ケースは、3種類のストラット間隔、2種類のストラット形状、2種類の上床版ハンチ形状および2種類の輪荷重の載荷状態を考慮した全24ケースである。解析ケースを表-4に示す。また、活荷重の載荷パターンを図-11および図-12に示す。

表-4 橋軸方向ストラット位置の解析ケース

	鋼ストラット間隔 P	鋼ストラットの形状	鋼ストラットハンチの形状	輪荷重の載荷状態
解析ケース	3.0m	角鋼管 150mm×150mm	橋軸方向 0.4m	①の負曲げ最大
	3.5m	角鋼管 300mm×300mm	橋軸方向 0.8m	②の正曲げ最大
	4.0m			

鋼ストラット位置は波形鋼板から4.0mの位置

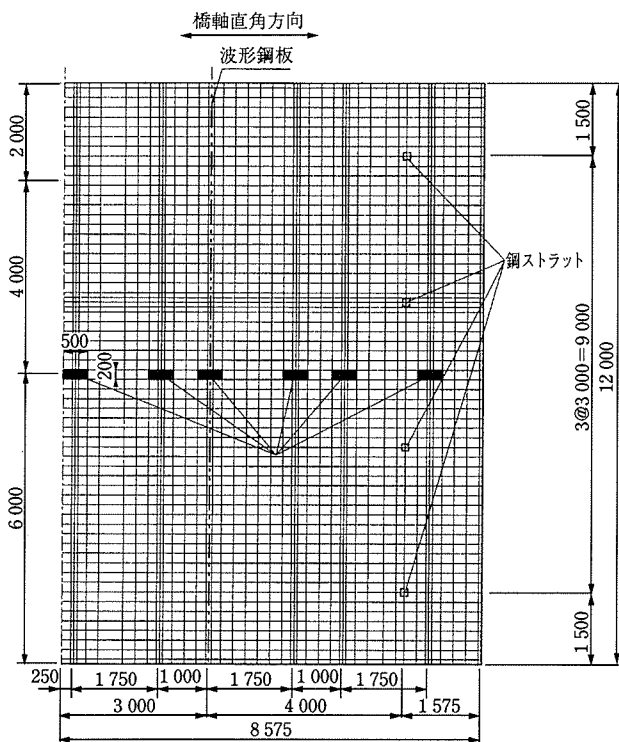
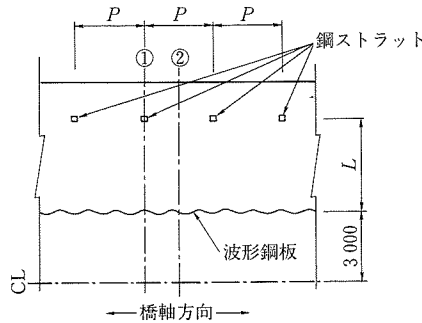


図-11 活荷重載荷パターン(正曲げ最大時)

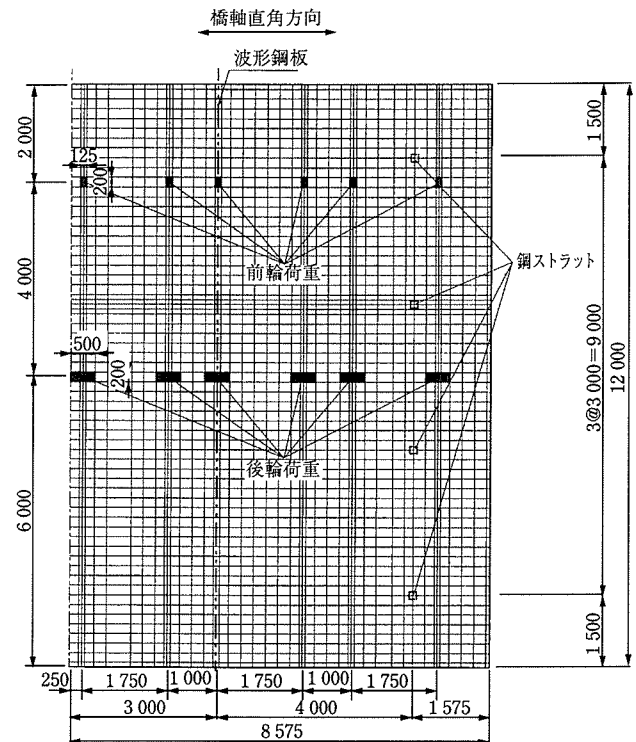


図-12 活荷重載荷パターン(負曲げ最大時)

ストラット間隔が3.5mの場合で、上床版ハンチ形状とストラットの剛性を変えた場合の断面力解析結果を図-13に示す。なお、本結果に示す断面力は、活荷重に死荷重(床版自重、舗装等)の断面力を含めている。

解析結果を見ると、ハンチの剛性の評価により、ストラット位置での負曲げが若干乱れているが、卓越断面力はストラット間の正曲げで決定されている。正曲げと負曲げの発生状況から、正曲げについては、ハンチ幅が大きく、またストラットの剛性が大きい方が最大曲げに対し10%程度有利となった。ただし、この場合、ハンチ幅とストラットの剛性の影響度については、後者の方が大きかった。また、負曲げに対しては、ハンチ幅の影響よりもストラットの剛性が小さい方が、最大曲げに対し有利となる結果となった。

活荷重断面力の本解析結果と道示式による計算値と比較したが、道示式による計算値の方が正曲げに対し25%程度、また、負曲げに対し125%程度大きくなった。この差は、本構造の床版の支持条件が道示の場合と異なるためであると推察される。

これらの断面力解析結果から、橋軸方向の床版の設計に対し卓越断面力となる正曲げに着目した場合、ストラットの剛性を高める方が合理的であることが分かった。

本検討では、ストラット間隔を3.0m、3.5mおよび4.0mの3種類として、FEM解析値によりRC床版の検討を行った。その結果、床版の版厚を27.0cmとした場合、ストラット間の卓越断面力である正曲げに着目すると、それぞれのストラット間隔に対し、鉄筋配置は表-5のとおりとなる。この場合の解析結果については、ストラット形状を300mm×

表-5 床版の鉄筋配置

鉄筋位置	鋼ストラット間隔 P	鋼ストラットの形状	鋼ストラットハンチの形状	配置鉄筋
下 側	3.0m	角鋼管 300mm×300mm	橋軸方向 0.4m	D22ctc125
	3.5m			D22ctc125
	4.0m			D25ctc125

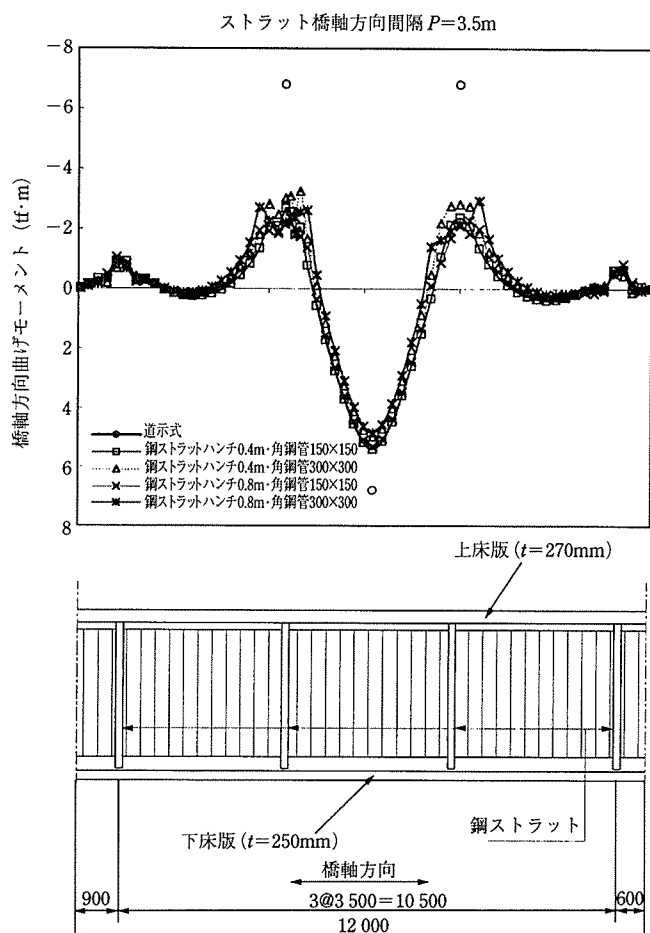


図-13 ストラット橋軸方向間隔P=3.5mの場合の橋軸方向断面力図

300mm, ハンチ形状を400mmとしている。この結果から、ストラット間隔が4.0mの場合には、床版下筋としてD25の鉄筋を125mmピッチで配置する必要がある、施工性に劣る結果となった。

4. 詳細構造検討

4.1 概要

詳細構造検討においては、先に述べた「3. 基本構造検討」と以下で述べる「5. 施工検討」の結果から、横方向のストラット位置を、波形鋼板位置から4.0m離れた位置とし、ストラットの橋軸方向間隔は3.6mとした。また、ストラットの構造は、施工性より丸鋼管 (SS400, $\phi=267.4\text{mm}$, $t=6\text{mm}$) とした。

以下にそれぞれの検討結果を述べるが、上記検討において用いた解析モデル、解析条件、活荷重の載荷パターン等については、「3. 基本構造検討」の場合と同様とした。また、ストラットの床版ハンチ構造については、図-6に示した幅400mmの形状を採用し、棒要素としてのストラットには丸鋼管の剛性を考慮した。

なお、橋軸方向のストラット間隔を3.6mとして解析した活荷重による横方向断面力と、基本構造検討で行った橋軸方向のストラット間隔3.5mの場合の横方向断面力の比較では、ほとんど差異は認められなかった。

4.2 橋軸方向RC床版の応力検討

橋軸方向のストラット間隔を3.6mとして解析した橋軸方向の断面力結果 (死荷重+活荷重) を基に、ストラット間の正曲げを用いてRC床版の設計を行った。設計断面力は、基本構造検討の場合と同様にFEM解析値を用いている。

橋軸方向のRC床版の正曲げに対する設計では、床版下筋がD22のctc125mmの配置となった。なお、この場合、設計荷重作用時の鉄筋の引張応力度を1200kgf/cm²程度に制限している。

4.3 横方向プレストレスによるストラットの拘束度の影響

本構造の場合、上床版の横方向はPC構造となるため、横締めPC鋼材によるプレストレスの導入力がストラットに拘束される可能性がある。この影響を検討するため、基本構

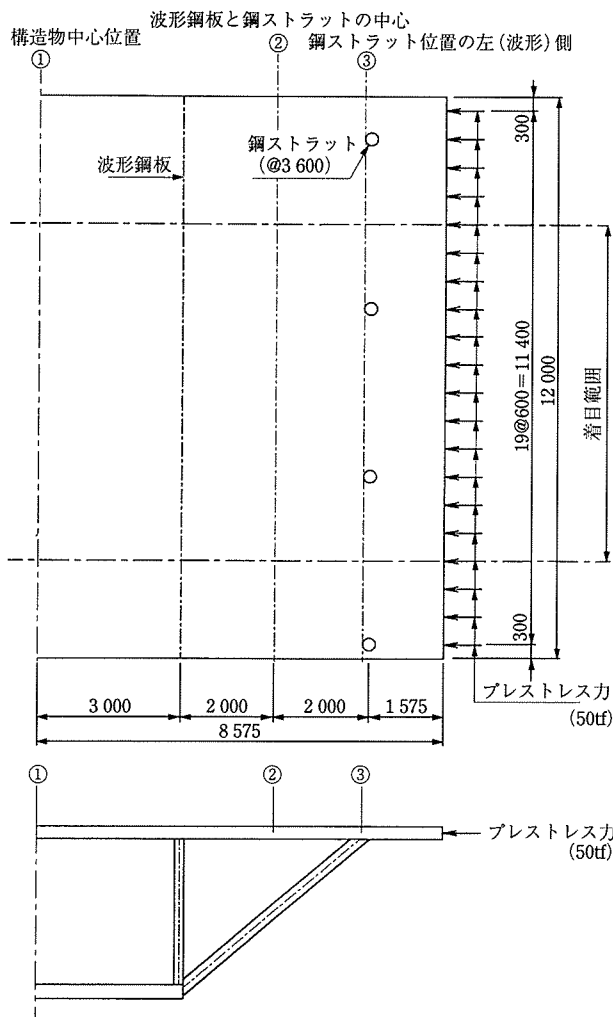


図-14 プレストレス力の載荷方法

造検討で用いた解析モデルを用い、図-14に示すように、張出し床版先端にプレストレスを与えた。なお、このプレストレス力については、ストラットの拘束度の影響を把握することを目的とし、60cm間隔で50tfのプレストレス力を仮定し載荷した。

図-15にストラット位置の背面(波形鋼板ウェブ側)のストラットがある場合とない場合の橋軸方向のプレストレス力の伝達結果を示す。この結果から、ストラット位置でのプレストレス力の拘束の影響範囲は非常に狭い範囲に留まり、なおかつ、プレストレス導入力83.3tf/mに対しストラットの拘束によるプレストレス力の減少量は0.63tf/m程度であることから、ストラットの拘束については無視してよいと考えられる。

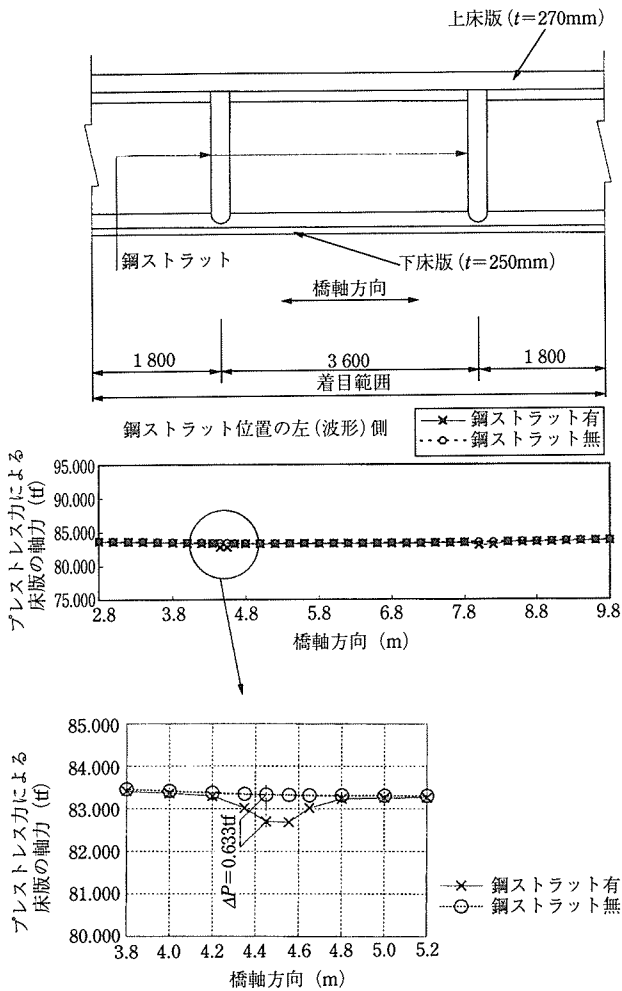


図-15 ストラットによる横方向プレストレス力の拘束度

4.4 ストラット位置での上床版の押抜きせん断に対する安全性の照査

本構造の場合、上床版とストラットの取付け部は、おおむねフラットスラブのような構造となる。したがって、この取付け部の局所的な部材安全性の検討として、押抜きせん断に対する検討が必要となる。

そこで、上床版とストラット付け根のハンチの大きさとストラットの傾斜を考慮して、床版厚を図-16に示すように2ケース考慮した。CASE-1は、ストラットに伝達される軸力

がハンチの大きさを考慮した420mm厚の床版に作用すると考えた場合、CASE-2は、ストラットに伝達される軸力の鉛直成分が直接270mm厚の床版に作用すると考えた場合である。押抜きせん断の検討については、道示Ⅲコンクリート橋編に準じた¹¹⁾。検討の結果、いずれの場合においても安全となった。

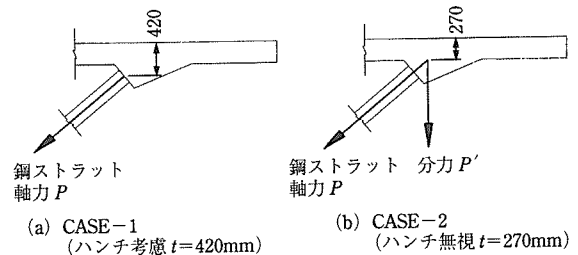


図-16 押抜きせん断検討用床版厚

4.5 ストラット部材の曲げ・軸力部材としての応力検討

本構造の中で、棒要素となるストラット部材には曲げと軸力が作用する。ここで、丸鋼管の設計荷重作用時での曲げと軸力を受ける座屈安全性の検討を行った。

道示Ⅱ鋼橋編では、曲げ・軸力を受ける構造用鋼材の許容軸方向圧縮応力度は、以下の式(1)で計算される^{12),13)}。

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{cao} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、

- σ_{ca} : 許容軸方向圧縮応力度 (kgf/cm²)
- σ_{cag} : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (kgf/cm²)
- σ_{cal} : 局部座屈に対する許容応力度 (kgf/cm²)
- σ_{cao} : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 (kgf/cm²)

式(1)を用いて丸鋼管に生じる設計荷重作用時の最大断面力を用い、座屈安全性の検討を行い、安全側の結果を得た。

5. 施工検討

5.1 ブロック割り

張出し架設時の1ブロック長は、図-17に示す波形鋼板の形状および移動作業車の能力から図-18に示すように3.6mとした。これは、波長鋼板の製作に用いるプレス機は、波形

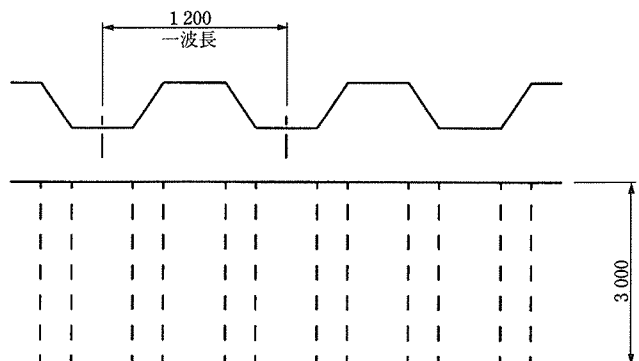


図-17 波形鋼板の形状

鋼板の一波長が1.2mとなるものが使用されているため、経済性を考慮し手配可能なブロック長を1.2mの倍数としたためである。

波形鋼板の高さは、3.0m一定とした。波形鋼板の高さが3.0m以下であれば、水平継手が不要で、橋軸方向に12.0m（運搬上の制約）まで連続加工で一体ものが製作可能である。また、波形鋼板ウェブ高を一定とすることにより、下床版側での波形鋼板ウェブとストラットの接合構造を統一できること、また、ストラットの傾斜角を一定とすることができる。これは、床版設計への影響やサイクル作業の施工面から極めて有効と考えられる。なお、柱頭部付近の桁高変化区間については、波形鋼板の下にコンクリートウェブを設けることで対処した。

次に、本橋梁の全幅員は17.510mと広幅員のため、移動作業車能力と最大ブロック長の関係について検討を行った。その結果は、中型移動作業車（200tf・m）の改造型で、最大3.8mのブロック長が可能である。波形鋼板をウェブに用いた桁重量は通常のPC橋の80%程度となるため、ブロック長は広幅員にもかかわらず3.8mになるということである。ただし、改造の必要があるのは、波形鋼板を施工ブロック箇所へ送り込む搬送装置を装備する必要があることと、また、吊り装置と鋼板の吊りしる確保のために機械高を高く設定する必要があるからである。

以上の結果、プレス機の製作波長制限と中型移動作業車対応能力を踏まえ、施工ブロック長を3.6mに決定した。

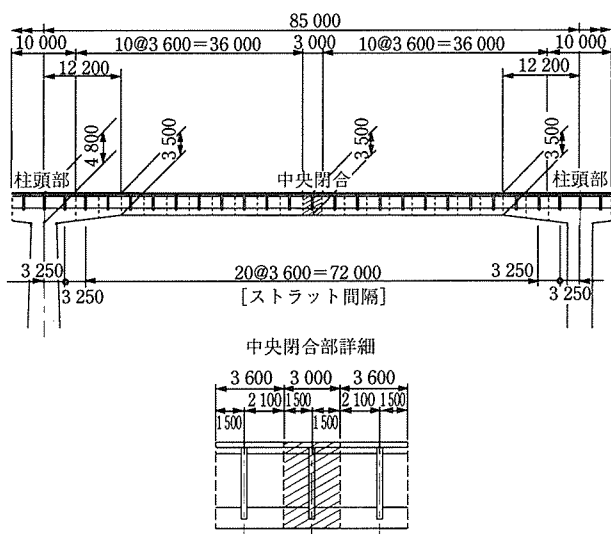


図 - 18 ブロック割付け図

5.2 施工方法

(1) 施工方法

本施工の場合、ストラットを箱桁断面に組み込む施工体系が新しい要素となる。この点の施工効率を勘案し、3案の施工方法を検討した。ストラットの形状については、施工性を考慮して丸鋼管φ267.4mを用いることとした。

張出し施工で、ストラットを有する波形鋼板ウェブ箱桁橋を施工する方法として、表-6に示す3案を検討した。

以下にその内容を示す。

① 一括施工案

本施工案は、従来のブロック施工同様の手順で、波形鋼板ウェブとストラット部材を組み込んで一括施工する方法である。この方法には、以下の特徴がある。

- 作業車重量が3案中最も大きくなる。
- ストラット定着部近傍の施工性に難がある。
- ストラット施工がクリティカルな作業となり、その分工期は長くなる。

② 断面分離施工案

本施工案は、波形鋼板ウェブを有する箱桁部のみを先行施工し、張出し部施工をあと施工する断面分離の施工方法である。この場合、ストラットを有する張出し部は、同一移動作業車背面でサイクル内施工を行うことができる。この方法には、以下の特徴があり、3案中で最も有効と判断さ

表 - 6 施工方法案

	概 要	備 考
① 一括施工案	<p>● 通常施工と同様に断面を一括で施工する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動作業車重量が3案中最も大きくなる ● ストラット定着部等の施工性に問題あり。 ● 工期は①,②案とも同程度である。 <p>● 判定結果:○</p>
② 断面分離施工案	<p>● 張出し床版部とストラットの施工を遅らせ先行施工する箱桁部と同時に施工する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動作業車は①案に比べ軽量化可能。 ● 3BL目の後方足場が必要となる。 ● プレグラウトPC鋼材は使用不可。 ● 工期は①,②案とも同程度である。 <p>● 判定結果:◎</p>
③ 分割施工案	<p>● 箱桁の先行施工を行い連結後、張出し床版部とストラットを施工する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動作業車が3案中最も軽量になる。 ● 張出し床版部施工のためにゴンドラが必要となる。 ● プレグラウトPC鋼材は使用不可。 ● 工期が3案中、最も長くなる。 <p>● 判定結果:○</p>

れた。

- 作業車重量は①案より軽量。
- 3ブロックを覆う足場が必要。
- プレグラウトPC鋼材が使用不可。
- 工期はストラット施工がクリティカルにならず、①案よりわずかに短い。

③ 分割施工案

本施工案は、波形鋼板ウェブを有する箱桁部のみを先行施工し、張出し部施工をあと施工する分割施工方法である。ただし、ストラットを有する張出し部は、別の作業車により追いかけて順次施工を行う。この方法には、以下の特徴がある。

- 作業車重量が最も軽量となる。
- 張出し床版施工専用ゴンドラが必要。
- プレグラウトPC鋼材が使用不可。
- 後追い施工により、3案中最も工期が長くなる。

図-19に各施工案の施工手順を示す。

(2) 波形鋼板の架設

波形鋼板の架設には、波形鋼板を設置位置まで吊り込め

るように、ホイストを移動作業車に設置する必要がある。この場合、波形鋼板を設置位置まで吊り込めるように、ホイストのレール形状を考慮する必要がある。

波形鋼板の架設手順については、以下のような手順が考えられる。

- ① 送り台車により波形鋼板を桁前面に引き出す。
- ② 2基のホイストにより波形鋼板を前方に吊り出した後、ホイスト1基により縦吊りにする。
- ③ ウェブ位置に波形鋼板を設置する。

6. ストラットと波形鋼板の接合部の構造

本構造の場合、特にストラット下端と波形鋼板の接合部の構造が重要となる。接合部の構造は、施工方法によっても異なると考えられるが、図-20に一体施工の場合に考えられる接合部の構造図を示す。

基本的には、波形鋼板は、コンクリート中に埋め込み、ストラットについては、その先端に鋼プレートを介し、これにずれ止めを設け接合する方法である。

特に、この接合部では、ストラットから伝達される曲

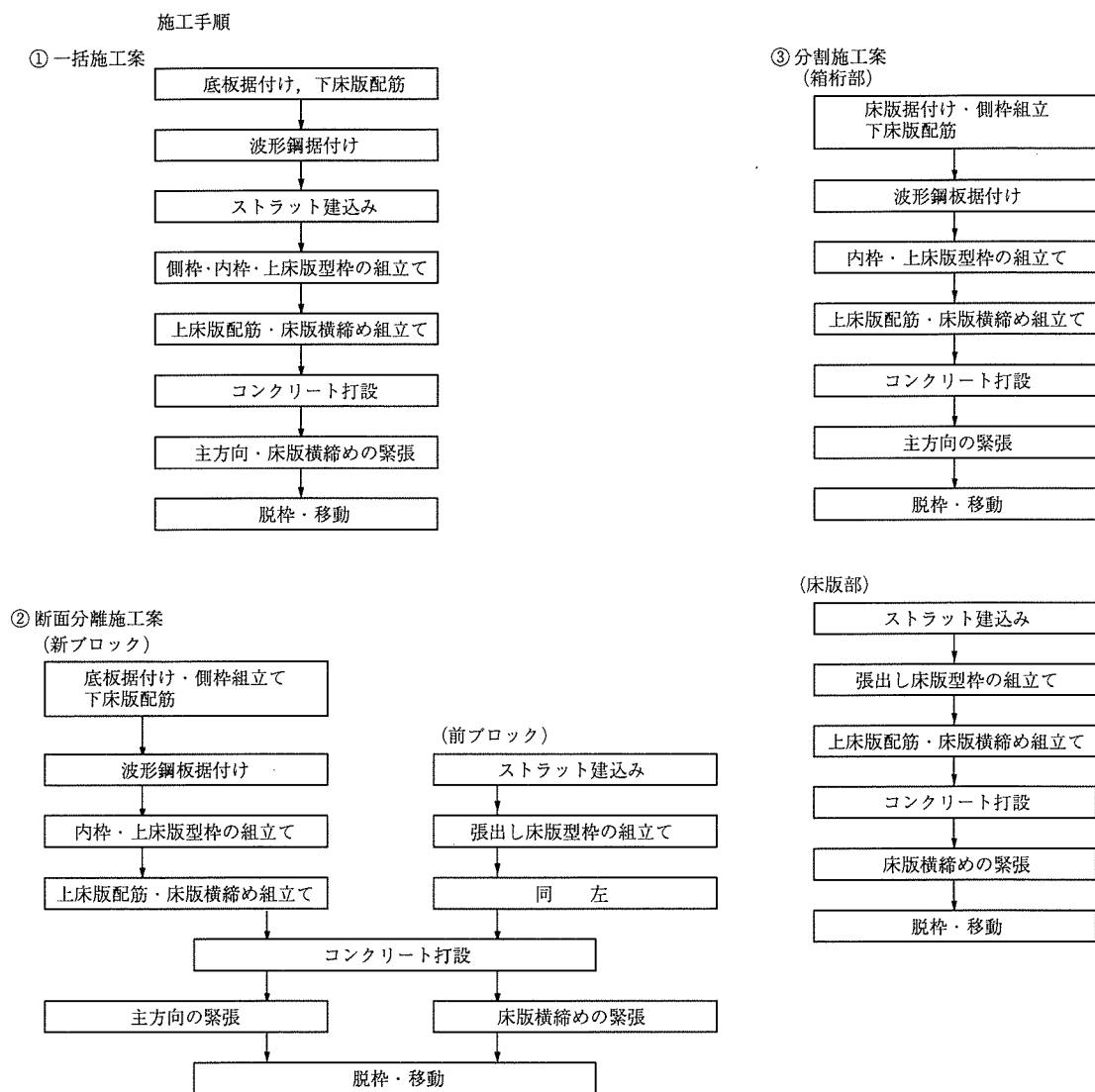


図-19 各施工案の施工手順

げ・軸力をスムーズにコンクリート部材に伝達するとともに、波形鋼板に伝達されるせん断を含めて、これらの力に対して安全となる構造が要求される。特に、分離施工の場合、すなわち、ストラットを後付けする場合には、接合部の構造に注意を払う必要がある。

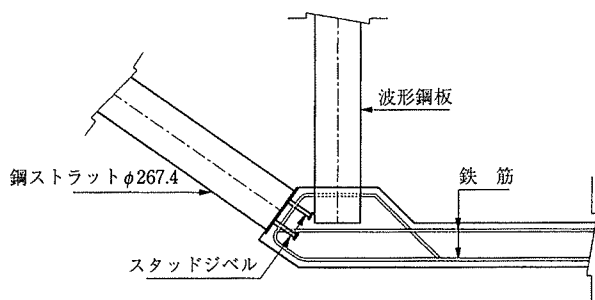


図-20 ストラットと波形鋼板の接合部の構造

7. あとがき

本稿では、山岳部の橋梁の新しい形式として、ストラット付き波形鋼板ウェブPC箱桁橋を提案し、その適用性についてさまざまな検討を行い、基本構造および施工方法について一定の成果を得た。本形式の実現に向けては、波形鋼板とコンクリートの接合部、ならびにストラット取付け構造等の安全性や耐久性の確保に対する研究によるところが大きい。また、鋼部材の製作費および施工性に伴う、経済性の追求も必要不可欠である。JH静岡建設局としては、引き続き合理的で経済的な新しい橋梁の建設を目指して、今後とも研究開発を続けていく所存である。

なお、本検討にあたっては、(社)プレストレスト・コンク

リート建設業協会の第二東名神調査委員会WGと議論を重ね、その結果を反映し取りまとめたものであることを付記しておく。

参考文献

- 1) 池田尚治：土木分野における複合構造，プレストレストコンクリート，Vol.37, No.2, pp.16~19, 1995
- 2) 泉 満明：プレストレストコンクリート合成構造へのアプローチ，プレストレストコンクリート，Vol.35, No.2, pp.16~25, 1993
- 3) 猪俣俊司：プレストレスされた鋼・コンクリート組み合わせ橋梁，プレストレストコンクリート技術講習会テキスト，プレストレストコンクリート技術協会，pp.1~21, 1988
- 4) 寺田和己，大浦 隆，上平謙二：合成構造における波形鋼板の活用，土木施工，Vol.35, No.1, pp.121~126, 1994
- 5) Combault, J. (大浦 隆訳)：シャロール近くのモープレ高架橋，プレストレストコンクリート，Vol.34, No.1, pp.63~71, 1992
- 6) Combault, J. et al.：Box-Girders Using Corrugated Steel Webs and Balanced Cantilever Construction, FIP Symposium Kyoto, pp.417~424, 1993
- 7) 近藤昌泰，清水洋一，大浦 隆，服部政昭：波形鋼板ウェブを有するPC橋-新開橋-，プレストレストコンクリート，Vol.37, No.2, pp.69~78, 1995
- 8) 服部政昭，大浦 隆：波形鋼板ウェブを用いたPC単純桁の一試設計，第2回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，プレストレストコンクリート技術協会，pp.53~58, 1991
- 9) 石黒 互，村田嘉宏，須合孝雄：松の木7号橋(銀山御幸橋)の設計と施工，プレストレストコンクリート，Vol.38, No.5, pp.5~14, 1996
- 10) 蝦名貴之，上平謙二，立神久雄，本田秀行：波形鋼板ウェブPC箱桁橋の変断面桁による力学的特性に関する研究，第7回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，プレストレストコンクリート技術協会，pp.725~730, 1997
- 11) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅰ共通編，Ⅲコンクリート橋編，1996
- 12) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋編，1996
- 13) 土木学会：座屈設計ガイドライン，pp.193~233, 1987

【1998年7月22日受付】