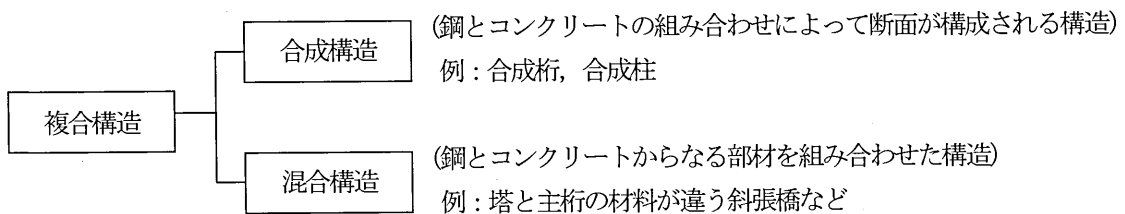


4. 複合斜張橋

4.1 概 要

鋼とコンクリートからなる構造物は、従来いろいろな名称で呼ばれてきているが、最近では次のように整理されている¹⁾。



以上の定義に従い、主桁に鋼、塔にコンクリートを使用した斜張橋（混合構造）、側径間をコンクリート桁とし、主径間を鋼桁とする斜張橋（混合構造）、合成桁を使用した斜張橋（合成構造）などをすべて複合斜張橋と呼ぶ。

複合斜張橋は近年、数多く建設されており、もはや特殊な形式とは呼べない状況である。特に中央支間長が800mを超えるような長大橋では国内外問わず複合斜張橋となっている。

ここでは、鋼とコンクリートをどこの部分に使用するかにより分類する。

まず、塔を①コンクリート構造とするもの、②鋼構造とするもの、③鋼とコンクリートの合成構造とするものがある。一方、主桁を①鋼構造とするもの、②鋼桁とコンクリート桁を接合したもの、③鋼とコンクリートの合成構造としたものがある。

これらの分類と事例を表4.1に示す。

また、近年では主桁構造にエッジガーダー形式を採用する例が海外を中心に多くなってきている。エッジガーダー形式とは、桁両端の主桁（箱またはI断面）にケーブルを定着するか、または定着する桁を持ち、これに横桁を配置し格子状に主構造を形成したものであり、これにコンクリート床版を合成することにより、斜張橋の主桁方向の圧縮力をこのコンクリート床版にも分担させる形式である。

特徴としては

- ① コンクリート床版を最大限有効に利用しているため、主桁の鋼重を軽減できる。
- ② 構造が単純で製作、架設が容易である。
- ③ 死活荷重比率が鋼床版桁と比較し大きくなり、ケーブルの疲労に対して有利となる。

などが利点としてあげられる。

一方、他の形式に比べ耐風安定性が劣ることが判明している。供用後に渦励振が発現したケースや風洞試験によって低風速からねじれフラッターの発現が予測されたケースなどがあるため対策が必要となる²⁾。具体的な対策については2.4.3耐風対策にて詳述する。

表-4.1 複合斜張橋の分類

塔	主桁	事例 (年代, 支間長)
コンクリート	(主径間・側径間) 鋼桁	勝瀬橋 (1960, 128m), Zarate-Brazo Largo 橋 (1977, 330m), 高梨大橋 (1984, 100m), Farp 橋 (1985, 290m), 秩父橋 (1985, 153m), 十勝中央大橋 (1988, 250m), 日本・エジプト友好橋 (2001, 404m), Sutong 橋 (2008, 1088m), 鷹島肥前大橋 (2009, 400m), Incheon 橋 (2009, 800m), 銚子大橋 (2009, 193m)
	(主径間) 鋼桁 (側径間) コンクリート桁	George-Street 橋 (1964, 152m), Neckar 橋 (1966, 77m) Bybrua 橋 (1978, 185m), Düsseldorf-Flehe 橋 (1979, 368m), Tjöm 橋 (1981, 366m), Tampico 橋 (1988, 360m), Normandie 橋 (1995, 856m), マリン橋 (1996, 126m), 木曾川橋 (2001, 275m), 揖斐川橋 (2001, 271m), 生名橋 (2010 予定, 315m), 柴川運河橋 (2011 予定, 189m), CanTho 橋 (2010, 550m),
	(主径間・側径間) 合成桁	Isles 橋 (1967, 105m), 大和橋 (1974, 83m), Rande 橋 (1978, 400m), Alex Fraser 橋 (1986, 465m), Quincy 橋 (1987, 274m), Chongyang 橋 (1990, 200m), Weirton-Stuebenville 橋 (1990, 249.9m), Baytown 橋 (1991, 274.32m), Nangpu 橋 (1991, 423m), Houston-Ship Channel 橋 (1995, 381m), Second Svem 橋 (1996, 456m), Seo-hae Grand 橋 (2000, 470m), Yangpu 橋 (1993, 602m), Xupu 橋 (1997, 590m), Ting Kau 橋 (1998, 475m), Qingzhou Minjiang 橋 (2001, 605m), Harlaos Trikoupis 橋 (2004, 560m), ORR 橋 (2007, 500m), Rion Antirion 橋 (2004, 560m)

塔	主桁	事例 (年代, 支間長)
コンクリート	(主径間) 合成桁 (側径間) コンクリート桁	Kap Shui Mun 橋 (1997, 430m), Ring Road No.1 橋 (2006, 398m), Ring Road No.2 橋 (2006, 325m)
鋼	(主径間) 鋼桁 (側径間) コンクリート桁	Kurt-Schumacher 橋 (1971, 287m), 生口橋 (1991, 490m), 多々羅大橋 (1999, 890m), 新湊大橋 (2011 予定, 360m)
	(主径間・側径間) コンクリート桁	Neckar Center 橋 (歩道橋)
鋼 コンクリート	(主径間) 鋼桁 (側径間) コンクリート桁	Buchenauer 橋 (1956, 59m), Paris-Massena 橋 (1970, 161m), John O'Connell Memorial 橋 (1972, 137m), Heer Agimont 橋 (1972, 124m), Steyregger 橋 (1979, 161m), Adhamiyah 橋 (1984, 183m), 仲良し橋 (1989, 65m), Kamali River 橋 (1993, 325m), Second Hooghly 橋 (1992, 457m)
	(主径間) 鋼桁+コンクリート桁 (側径間) コンクリート桁	Stonecutters 橋 (2009, 1018m) 豊田アローズブリッジ (2005, 235m)

4.2 塔にコンクリートを使用する複合斜張橋

4.2.1 塔の全体形状と構造

塔の全体形状はコンクリート構造であっても、鋼構造の場合と同様のタイプがある。全体形状や、断面形状の決定にあたっては、耐風安定性、景観、施工性など総合的に検討の上決定される。この場合、ケーブル定着

形式により断面の形状、大きさなどが変化することもあるので、多方面からの検討が必要となる。

コンクリート塔の構造にはRC、SRCおよびPCがあるが、RC構造が主体であり、引張応力発生領域に対し部分的にPC構造とする場合や、RC断面では配筋が困難な場合にSRCが適用される。しかし、RC構造とした場合でも、鉄筋組立て、型枠セット、ケーブル定着部セット用に鉄骨を配置する場合もある。わが国ではRCの実施例として勝瀬橋、大和橋、十勝中央大橋、鷹島肥前大橋、SRCの実施例として高梨大橋、秩父橋や、一部分SC構造にしたものにプレストレスを導入した、豊田アローズブリッジがある。一方、海外でもRCが主体であり、鋼との合成構造としてはStonecutters橋の塔上部にコンクリートにステンレスを外面に被覆した構造としている例がある。またPC構造は、Quincy橋、Weirton-Stuebenville橋などに使用例があるが、それ以外では次のような場合に一時的あるいは部分的な引張応力対策として使用されている。

- ① A型塔の施工時に発生する曲げモーメントに対する一時的な使用 (例:Düsseldorf-Flehe 橋)
- ② 門型塔の塔頂横梁 (例:Rande 橋, Tjöm 橋)
- ③ H型塔の水平梁 (例:生名橋)
- ④ A型塔, 逆Y型塔, および門型塔の常時引張力が作用する主桁直下の中間横梁 (例:Farø 橋, 鷹島肥前大橋)
- ⑤ ケーブル定着部 (例:Normandie 橋, 鷹島肥前大橋, 生名橋)

4.2.2 塔の断面形状

塔の断面形状は矩形が多いが、日本においては木曾川橋、揖斐川橋および豊田アローズブリッジ、海外ではNormandie橋、Stonecutters橋のように景観を考慮して塔断面形状を決めているものもある。

断面は大きく分けて、中空断面と充実断面の2種類がある。図-4.1は、塔高と断面寸法との関係を示しているが、小断面では充実断面が使用され、大断面になると中空断面が使用されている。中空断面の場合、壁厚は600mm程度である(Rande橋, Alex Fraser橋, Bybrua橋)。中空部の内寸法は、作業性から1m程度の確保が必要である。(Bybrua橋では1050×2100)。十勝中央大橋の場合には、φ800の鋼管を中空部として設け、ケーブル定着部の検査および塔頂の航空障害灯や避雷針の維持管理のための検査路として役立てている。

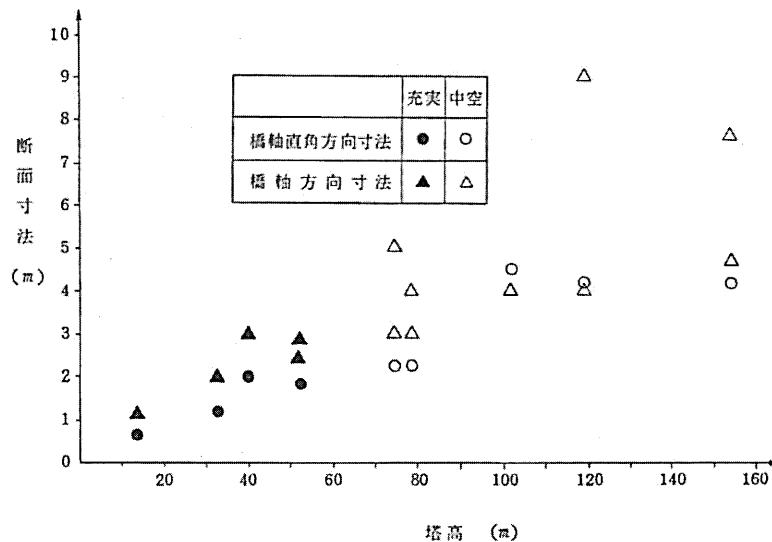


図-4.1 コンクリート塔の高さと断面寸法

4.2.3 塔におけるケーブル定着形式

コンクリート塔におけるケーブル定着では、できるだけコンクリートに引張応力が発生しないような工夫がなされている。定着構造の例を図-4.2 に示す。図-4.2(a)の外側定着形式は、塔柱の外側の壁を利用して定着するもので、ケーブルソケットからの反力は、コンクリート塔に圧縮応力となって伝達される（Rande 橋、高梨大橋、秩父橋、豊田アローズブリッジ）。図-4.2(b)の分離定着形式は中空のコンクリート断面にケーブルを交差させずに各々の方向に定着するものである。コンクリートの断面は鋼材・PC 鋼材などで補強する（生名橋）。図-4.2(c)のタイビーム定着形式は、塔柱の左右から入ってくるケーブル張力の水平成分を鋼製のタイビームや、PC などによりコンクリートを補強してとらせ、鉛直成分を塔壁に伝達させるものである（AlexFraser 橋、Yangpu 橋、Kap Shui Mun 橋、鷹島肥前大橋）。

図-4.2(d)の鋼殻定着形式は、鋼製箱型の定着装置でいったん水平力、鉛直力を受け、水平力は鋼殻の水平梁でとり、鉛直反力は鋼材とコンクリートの合成構造とすることにより塔のコンクリートに伝達される（Incheon 橋、Normandie 橋、Stonecutters 橋）。図-4.2(e)のサドル形式（固定）は、原理的にはタイビーム定着形式と同じであるが、鉛直反力はサドル直下から伝達される。（Düsseldorf-Flehe 橋、Tjöm 橋）。図-4.2(f)のサドル形式（可動）は、可動とすることにより塔の左右のケーブル張力差をなくし、張力差による塔基部の曲げモーメントを小さくしたい場合に採用される。サドル形式（可動）にはロッカー形式（勝瀬橋、大和橋）とローラー形式（George-Street 橋）とがある。

上記以外にも、Farp 橋のように、鋼製定着桁をコンクリート塔柱間に挟み込み、定着桁のサイドプレートを通じて、ケーブル張力を RC 塔柱壁に伝達する形式などもある。

塔がコンクリートの場合、定着部の精度を確保するため、鋼殻定着形式やサドル形式（固定）など、鋼材により定着部を固定する形式が多く用いられている。

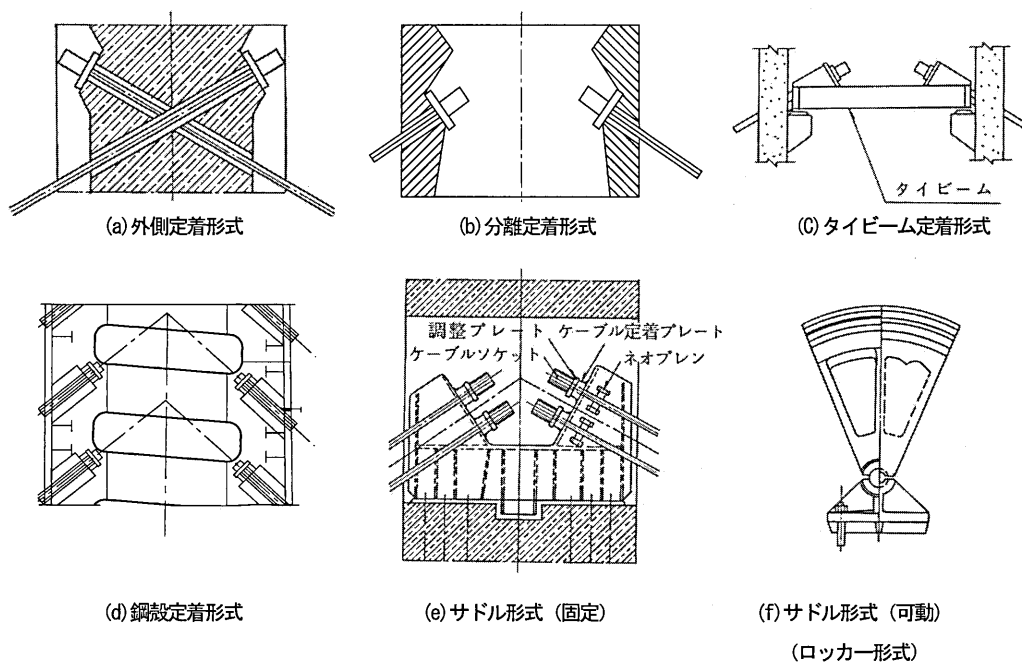


図-4.2 コンクリート塔へのケーブル定着形式

4.3 側径間をコンクリート桁とする複合斜張橋^{3~9)}

2章で述べたように、側径間桁は主径間桁に対しカウンターウェイトの役割をする。特に側径間が短い場合、側径間に働く上揚力が大きくなるので、側径間をコンクリート桁とするのが有利になることがある。

4.3.1 コンクリート桁の構造

側径間をコンクリート桁とする場合、RC桁とPC桁が考えられるが、RC桁はTjörn橋で採用されているのみであり、その他はすべてPC桁が用いられている。これは、Tjörn橋の中間橋脚の間隔が最大32.6mであり、Kurt-Schumacher橋の65m、Flehe橋の60m、Bybrua橋の44m、生口橋の55mと比べた場合、かなり短くなっていることによるものと思われる。

4.3.2 鋼桁とコンクリート桁の接合部

ここでは、主径間の鋼桁と側径間のコンクリート桁の接合部について述べる。この接合部は鋼桁とコンクリート桁の応力を相互に円滑に伝達させる役目をするものであり、このような複合斜張橋においては特に重要な構造部分である。既往の接合形式を示すと図-4.3のようになる。以下、鋼桁からコンクリート桁への力の伝達という観点から各種接合形式の特徴を述べる。

(1) メタルプレート形式 (図-4.3(a))

鋼桁の垂直応力度が、支圧板を介してコンクリート桁に伝達される形式である。これは吊橋塔の底板の場合と同じ原理であり、反力を均等化するために一般に支圧板は厚くなる。架設時や地震時などの一時的な引張応力には、PC鋼材によるプレストレスで対処する。また、せん断力は支圧板前面のスタッドジベルで伝達される。

図-4.4 にバンコク Ring Road 橋での例を示す。

接合は上床版付近に配置された46本のPC鋼棒(φ50mm)と、コンネクションボックスという鋼箱のダイヤモンドラム前面に設置されたスタッドジベルで結合されている。

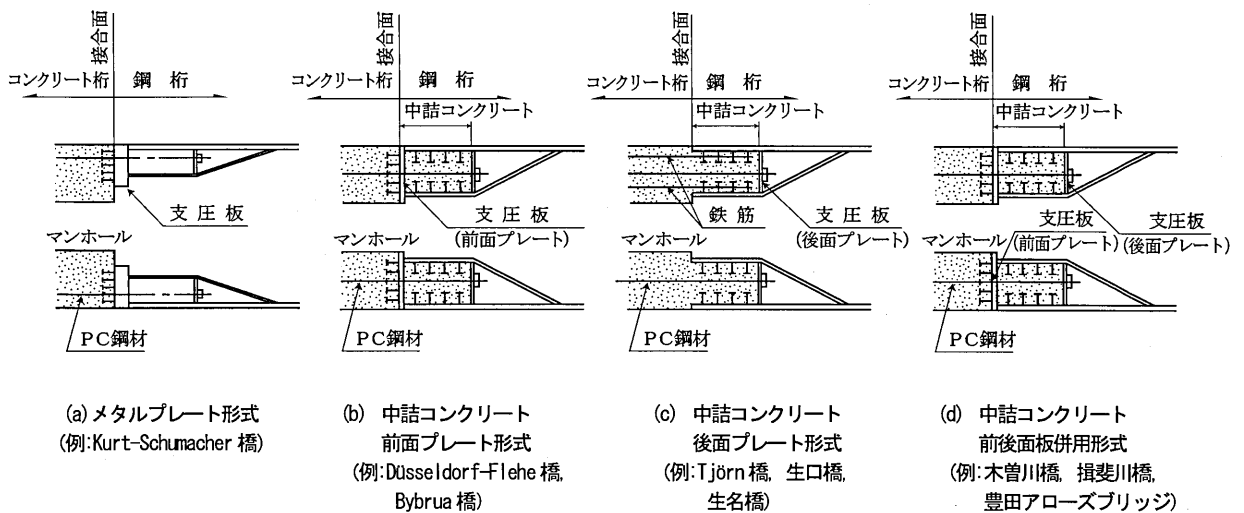


図-4.3 接合形式の種類

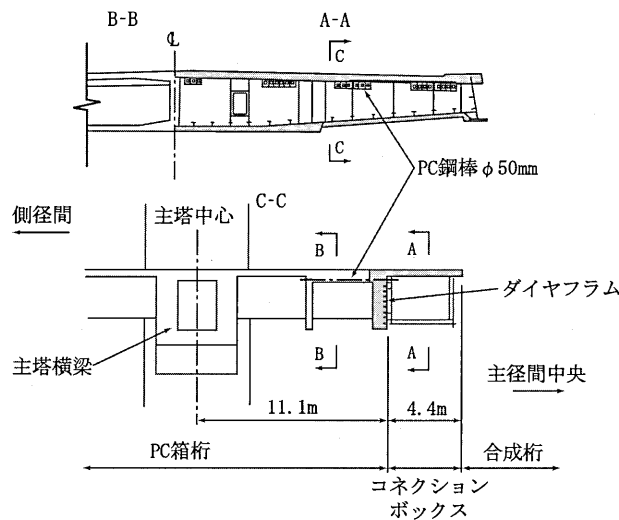


図-4.4 Ring Road 橋の接合部

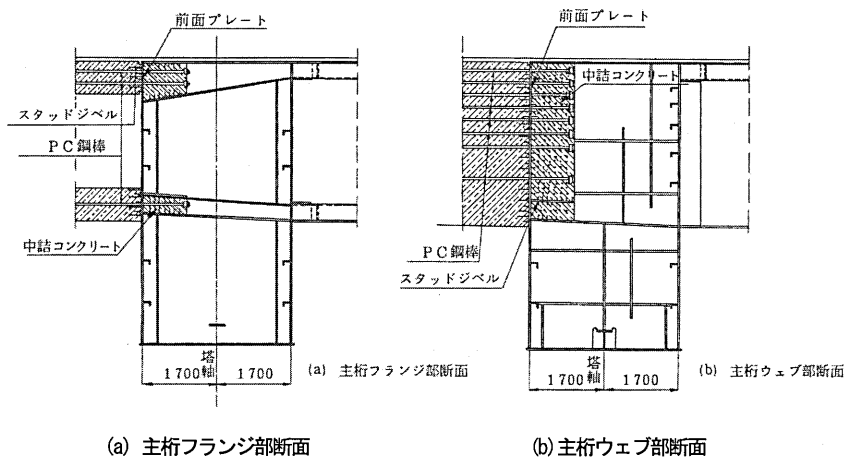


図-4.5 Düsseldorf-Flehe 橋の接合部

(2) 中詰コンクリート前面プレート形式 (図-4.3(b))

本形式では、鋼桁応力の一部についてジベルを介して中詰コンクリートにも伝達することにより、支圧板の応力はより均等化される。したがって、支圧板の板厚をメタルプレート形式よりも薄くすることができる。せん断力は支圧板前面のスタッドジベルで伝達される。図-4.5はDüsseldorf-Flehe橋の例であるが、接合部において、塔下部の鋼横ばりを介して間接的に両主桁を接合している。鋼桁は1箱桁、PC桁は2箱桁である。

(3) 中詰コンクリート後面プレート形式 (図-4.3(c))

本形式では、支圧板が後方に位置している。この構造の場合は、鋼桁の垂直応力度が後方の支圧板およびジベルから伝達されるので、接合面においては鋼桁の応力は中詰コンクリートに伝達される。したがって、前面プレート形式よりもさらに中詰コンクリートの役割を大きくした形式といえよう。

一方、せん断力は、主桁腹板部のジベルにより中詰部のコンクリートに伝達される。

図-4.6はTjöm橋の例であるが、接合位置は塔から側径間側に10mの位置である。鋼桁は1箱桁、RC桁は2つのT形はりからなり、断面形状が互いに異なるので、RC桁を接合位置から20mの区間で1箱桁に形状変更している。図-4.7は生口橋の例であるが、接合位置は図-4.7(a)に示すように塔より中央径間寄りに2.65m

としている。その選定理由として、接合位置の曲げモーメントが小さいこと、重いPC桁を塔で直接支持することの安全性をあげている。本橋も図-4.7(b)に示すように鋼桁(2箱桁)とコンクリート桁(1箱桁)の一般部の断面形状が異なる。そのため、図-4.7(c)、(d)に示すように鋼桁を接合部で1箱桁としている。しかし、腹板の数は鋼桁とPC桁で異なっているので、支点上のPC横桁剛域部で応力伝達を行っている。なお、PC桁を3径間連続桁として完成させた後、鋼桁と接合するために、施工上図-4.7(a)のコンクリート充填用間詰部を設けている。

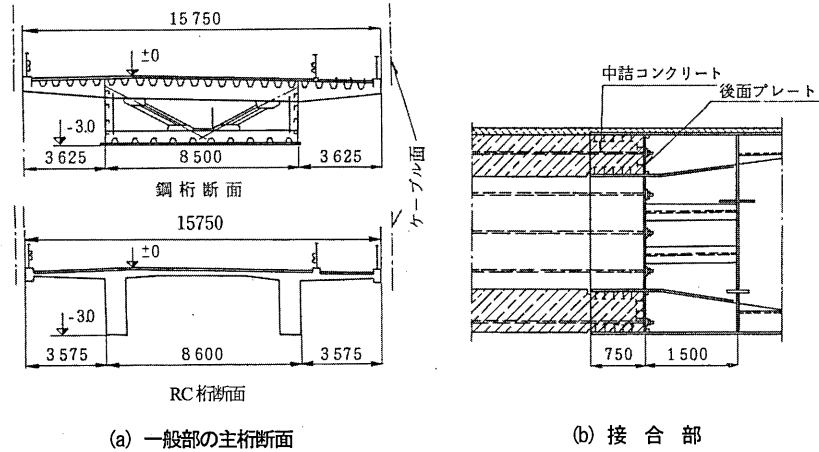


図-4.6 Tjörn 橋の接合部

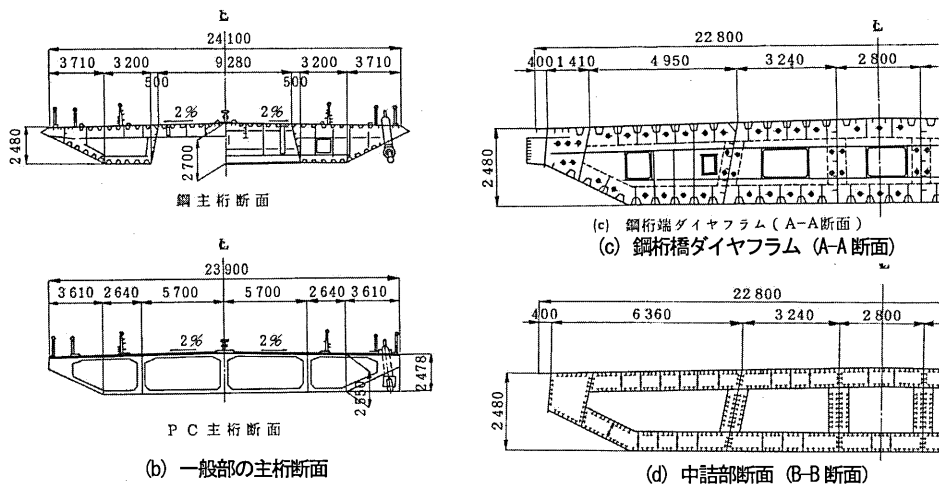
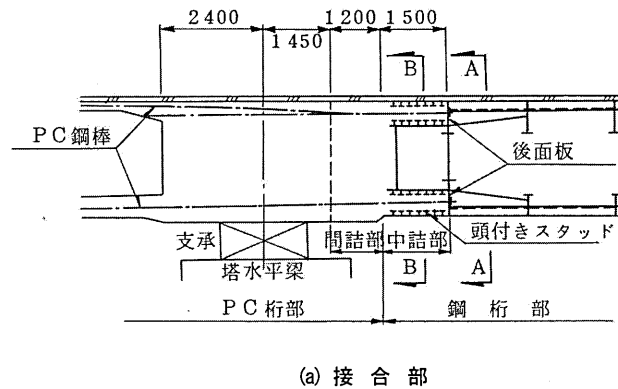


図-4.7 生口橋の接合部

(4) 中詰コンクリート前後面板併用形式 (図 4-3(d))

本形式は、スタッドジベルを配した鋼殻内にコンクリートまたはモルタルを充填して中詰め部を構成し、PC 桁端部に対してプレストレスを導入して連結したものである。軸力と曲げモーメントは中詰め部のスタッドジベルと前・後面の支圧板から鋼桁に伝達される。一方、せん断力とねじりモーメントは前面板に溶接されたスタッドジベルで伝達される。前述の(1)~(3)の形式に比べより円滑な応力伝達が可能な構造となっている。また、その疲労安全性については、移動輪荷重繰り返し載荷試験によって確認されている¹⁰⁾。図-4.8 に豊田アローズブリッジの事例を示す。

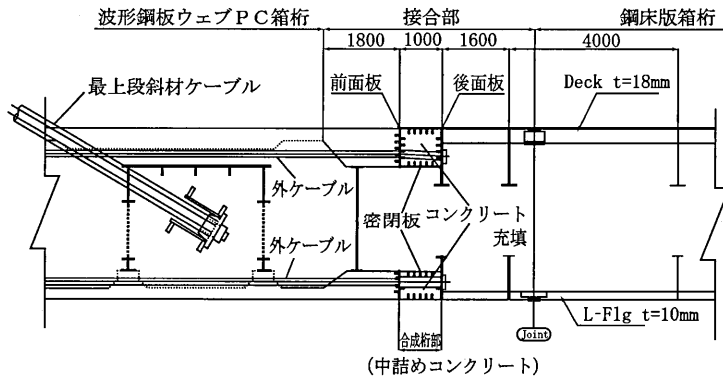


図-4.8 豊田アローズブリッジの接合部

(5) その他の形式

菅原城北大橋は立地条件の自然環境の保護のため斜張橋の端橋脚を省略し、PC 桁と鋼床版桁のヒンジ結合形式となっている。鉛直力、橋軸直角方向水平力およびねじりモーメントを伝達できる構造を採用すると同時に橋軸方向の移動、橋軸面内および面外の回転に追従するため図-4.9 に示す構造となっている¹¹⁾。

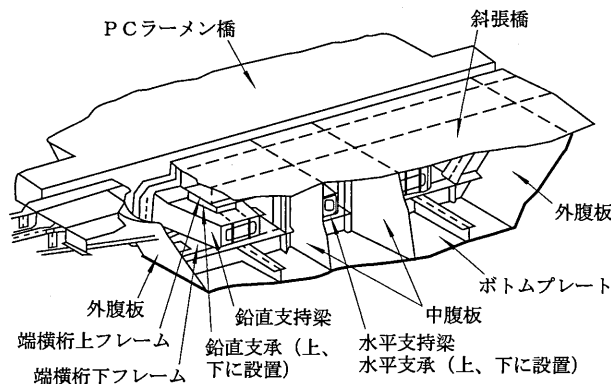


図-4.9 菅原城北大橋の接合部

4.3.3 クリープ・乾燥収縮の影響

この形式の複合斜張橋は鋼桁とコンクリート桁とを混用するので、コンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響を予め検討しておく必要がある。特に長大斜張橋ともなれば、架設工期も長くなるので、架設中に生じる分と閉合後に生じる分とを分けて検討する必要がある。

図-4.10はDüsseldorf-Flehe橋の主桁の断面力に対するクリープ・乾燥収縮の影響を示したものである。これから分かるように、クリープ・乾燥収縮の影響は塔位置において主桁の死・活荷重モーメントの16%程度生じている。

また、図-4.11に示す多々羅大橋は、主桁端部の一部の区間のみがコンクリート桁であるため、コンクリートのクリープ、乾燥収縮が橋の全体系に及ぼす影響は小さい¹²⁾。

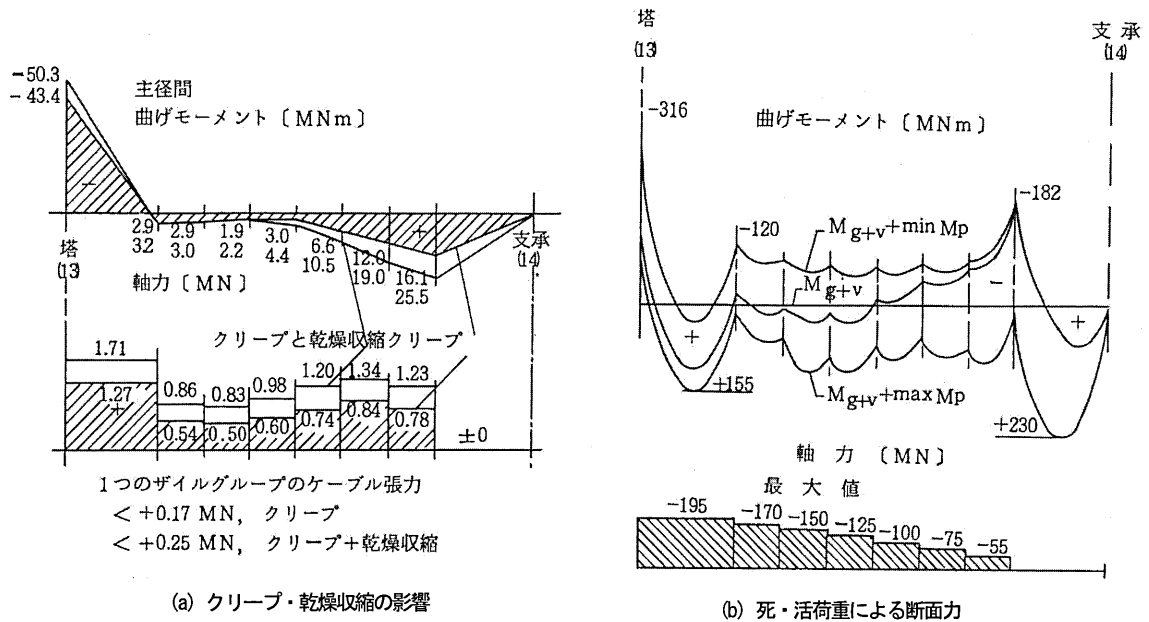


図-4.10 Düsseldorf-Flehe橋におけるクリープ・乾燥収縮による断面力

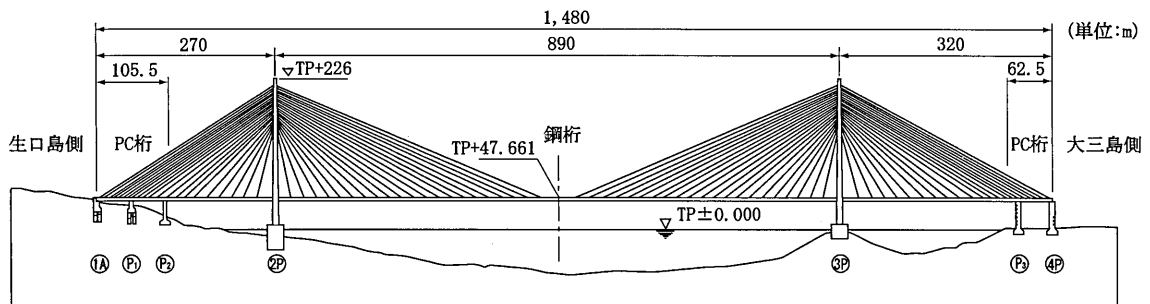


図-4.11 多々羅大橋一般図

図-4.12 および図-4.13 にクリープ、乾燥収縮によって生じる、主桁および塔の変位および曲げモーメントを示す。

クリープ、乾燥収縮による鋼主桁の変位は、中央径間の中央で約2cm(下方向)、側径間で約2.5cm(上方向)、塔の変位は、両塔の塔頂部が中央径間側に約3.5cmと小さい量である。

断面力が及ぼす影響は、鋼主桁の中央径間中央で0.36MN・m、側径間で-5.6MN・mであり、応力に換算すると、中央径間中央で0.4N/mm²、側径間で3.9 N/mm²と小さなものである。塔についても、塔柱の中間部に約10MN・mの曲げモーメントが生じ、応力に換算すると6.4N/mm²となり、鋼主桁と同様に小さなものである。

なお、変位図は、各部材を構築してからクリープ終了までのクリープによる変位量を示している。そのため、新たな部材構築時には、既にある部材のクリープ、乾燥収縮による変位が生じているため、変位図の表現として階段状になっている。

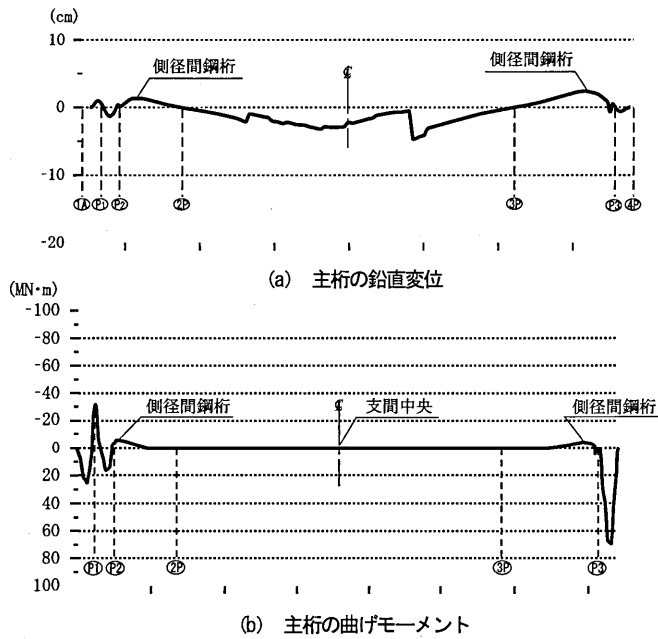


図-4.12 主桁に及ぼすクリープ、乾燥収縮の影響

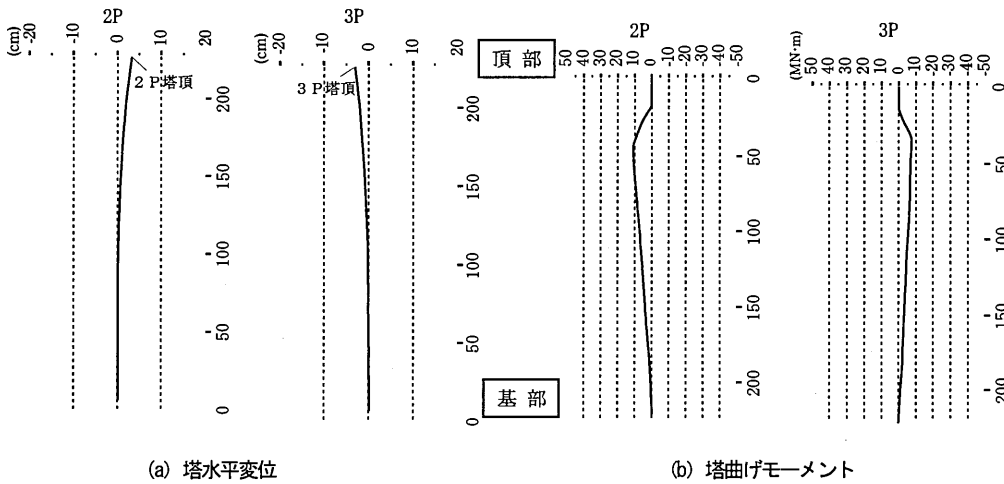


図-4.13 塔に及ぼすクリープ、乾燥収縮の影響

コンクリート主桁のクリープ、乾燥収縮によって、鋼構造部の変位、断面力に影響するため、鋼構造部の設計断面力の算出にクリープ、乾燥収縮の影響を反映することが必要である。

これらの解析を実施するには、

- 1) PC 桁部の詳細諸元
- 2) 施工法を反映した、施工時の発生断面力

などが必要となる。しかし、コンクリート主桁の設計、施工時解析について十分な精度の情報が得られない段階で検討を行うために、多々羅大橋では、事前の予備解析によってクリープ、乾燥収縮が鋼構造部に与える影響が小さく、また及ぼす影響が局部的であることを確認した。これにより、クリープ、乾燥収縮の影響は、断面決定時の応力余裕で対応可能であると判断し、全体解析では考慮しないこととした。なお、断面決定完了時に架設段階を考慮したクリープ解析を実施し、断面等の照査を行った。

図-4.12 および図-4.13 の結果は、断面決定完了時に架設段階を考慮したクリープ解析の結果を示したものである。

4.3.4 コンクリート桁におけるケーブルの定着形式

塔におけるケーブルの定着の場合、塔は左右のケーブルから引張力を受けるが、主桁の場合には一方向からの力であるので、引張力処理の問題は塔より少ない。そのため、コンクリート桁におけるケーブル定着構造は、コンクリート桁を貫通した鋼管の後面でケーブルソケットを支圧定着させるだけでよく、単純なものとなっている。ただし、支圧力に伴ってコンクリートには圧力と直角方向に割裂力が生じるので、鋼管のまわりに補強筋が必要となる (図-4.14(a))。

割裂力の計算には Mörsh¹³⁾ の式による計算法があるが、場合によっては FEM 解析により応力分布を確認している。割裂力に対する補強形式としてはスパイラル筋が一般的であるが、生口橋¹⁴⁾ のように施工性からグリッド筋で補強する場合もある。支圧板は支圧に対して板厚が決定されるが、リップ付き鋼管を使用することにより支圧板の支持間隔が小さくなり、板厚を薄くすることができる (図-4.14(b))。

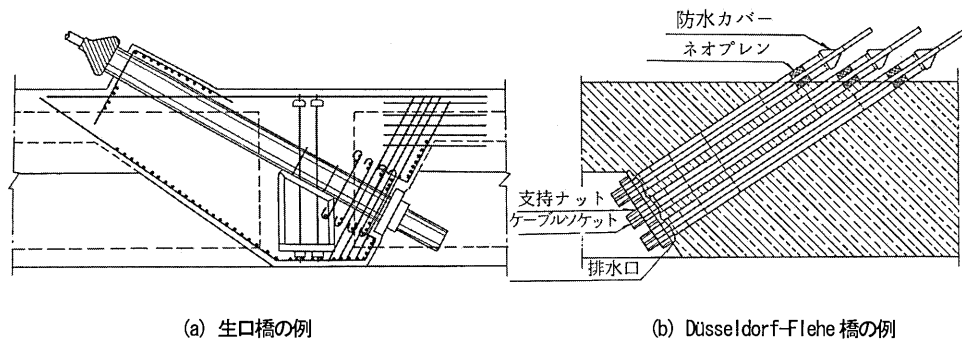


図-4.14 コンクリート桁におけるケーブル定着

4.3.5 鋼桁におけるケーブルの定着形式

主桁とケーブルの定着は、その取り合い構造をどのように設計するかが大きな課題である。主桁が I 桁の場合、ケーブル張力はアンカー定着部から横桁を介して主桁に伝達する。一方、主桁が箱桁の場合は、ケーブル張力をアンカー定着部から縦シャイベ構造を介して主桁に伝達される構造が一般的である。いずれにしてもアンカー定着部は狭隘な構造となるため、製作性や維持管理性にも十分配慮する必要がある。

定着形式は多様であり、詳細は 2.3.1(4) 主桁のケーブル定着部、表-2.3 を参照されたいが、ここでは箱桁

の定着部構造の一例を図-4.15 に示す。ケーブル支圧板からパイプに伝達させた圧縮力は補強リブおよび縦シャイベを介して主桁に伝える構造となっている。

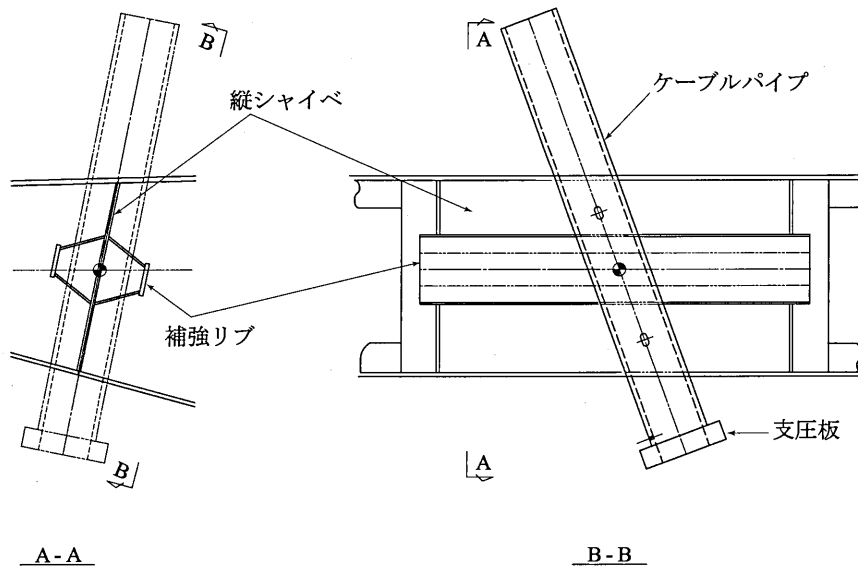


図-4.15 Stonecutters 橋の定着部

4.4 合成桁を使用した複合斜張橋

合成桁を使用した複合斜張橋は PC 斜張橋と比べると死荷重を軽減でき、鋼斜張橋と比べると鋼材を削減できるため経済的な構造として、1990 年代から海外を中心に建設が増加してきた。

鋼床版桁に比較し死活荷重比率が大きくなり、ケーブルの疲労に対して有利になることや構造がシンプルで部材数が少ないなどの特徴を有している。

鋼桁に合成される床版としては通常の RC 床版と合成鋼床版とがある。以下、それぞれの床版形式を有する合成桁複合斜張橋について述べる。

4.4.1 RC 床版を使用する場合

RC 床版には、現場打ち床版とプレキャスト床版を用いるものがある。現場打ち床版は古くは Buchenauer 橋を初めとして John O'Connell Memorial 橋, Steyregger 橋, Adhamiyah 橋, Houston-Ship Channel 橋などで実績があり、わが国では大和橋の例がある。プレキャスト床版を用いた橋梁としては 1980 年代半以降に建設された Alex Fraser 橋や Quincy 橋, Karnali River 橋があり、近年では Rion Antirion 橋, Qingzhou Minjiang 橋などエッジガーダー形式を伴ったプレキャスト床版が欧米、中国を中心として多く施工されている。

プレキャスト床版は現場打ち床版と比較して、型わくや現場打ちがないことによる工期の短縮、クリープ・乾燥収縮の影響が小さいことなどのプラス面もあるが、プレキャスト床版間の継手構造に配慮を要すること、輸送費が割高になることなどのマイナス面もある。近年では長大化に伴い、クリープ・乾燥収縮による影響が小さいプレキャスト床版が多く採用されている。

合成作用を受ける RC 床版を斜張橋に適用する場合、床版のひびわれに対し、設計・施工上の配慮が必要で

ある。大和橋¹⁵⁾では合成桁の設計をプレストレスしない連続合成桁として行い、正の曲げモーメントに対しては合成断面で、負の曲げモーメントに対しては鋼断面で抵抗させており、またケーブルのプレストレスを利用して中間支点の負の曲げモーメントの低減を図っている。仲良い橋¹⁶⁾では塔部の中間支承を省いて中間支点の負の曲げモーメントの低減を図り、かつケーブル張力の調整を行って床版に圧縮応力を導入している。Alex Fraser 橋¹⁷⁾では合成断面に対し主版の占める割合が大きく、図心を上方におくようにしてコンクリート床版に引張応力が発生しにくいようにしている(図-4.16)。またプレキャスト床版の敷設は鋼桁と合成しながら同時に行われた。

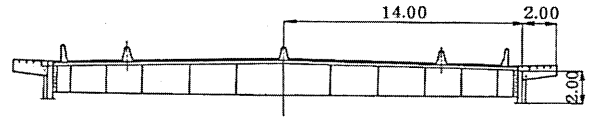


図-4.16 Alex Fraser 橋の主桁断面

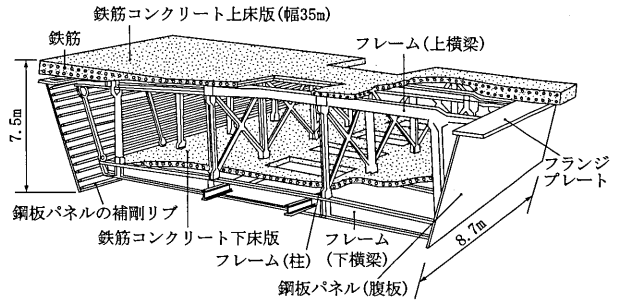


図-4.17 Kap Shui Mun 橋の主桁構造

合成桁の場合、コンクリート床版のクリープ・乾燥収縮の影響は、床版内に引張応力を発生させる。

仲良い橋では、クリープ・乾燥収縮により最大 2.5 N/mm^2 の引張応力が発生すると計算されている。大和橋では、鋼桁に最大 30.1 N/mm^2 の応力と最大 25mm のたわみが生じるが、ケーブルへの影響は小さいと報告されている¹⁵⁾。

床版をコンクリート構造、腹板や柱・梁などのフレームを鋼構造とした例として、Kap Shui Mun 橋¹⁸⁾がある。主桁構造図を図-4.17 に示す。この橋の特徴として鋼桁の組み立てから床版の設置まで地組立ヤードで施工した約 500 t のセグメントを台船にて一括架設を行った。上床版と下床版からなるダブルデッキであり、それぞれ鋼製フレームと RC 床版の合成断面で設計されている。

また、経済性、耐久性、施工性に優れた鋼・コンクリート合成床版を用いた事例として是政橋 2 期橋が挙げられる。

4.4.2 合成鋼床版を使用する場合

合成鋼床版は、型わく代わりとしての鋼板上にコンクリートを打ち、スタッドジベルにより一本化して床版とするものである。通常の RC 床版と比較して床版厚を薄くすることができ、死荷重の軽減が図れること、現場で型わくを別に作る必要がないので工期と安全性の面で有利であること、またコンクリート塊の落下の問題がないなどの長所がある。反面、鋼板外面の錆に対する維持塗装が必要であり、またスタッドジベルの疲労の問題がある。なお、現場打ち床版とプレキャスト床版とがあるが、現場打ちの場合には、コンクリート打設により鋼板に変形が生じるので、縦リブ・横リブ等による補剛が必要となる。

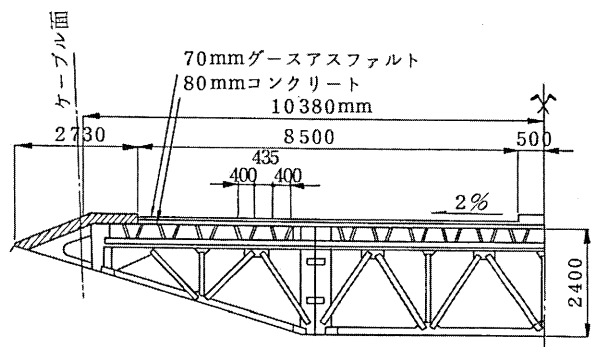


図-4.18 Rande 橋の主桁断面

合成鋼床版の使用例としては Paris-Massena 橋, Rande 橋, Chongyang 橋などがある. Paris-Massena 橋では 100mm 厚のコンクリート床版と鋼床版をスタッドジベルを用いて合成している. Rande 橋¹⁹⁾ は図-4.18 に示すように, コンクリートは厚さ 80mm で鋼板とスタッドジベルで合成されているが, コンクリートと合成することにより鋼床版の軽量化が図られていると見られる. また, 縦リブの中心間隔は 835mm であり, 通常の鋼床版の 600mm に比べて大きい. 本橋のコンクリート床版打設は, 鋼桁架設にやや遅れて行われているが, その際ケーブル定着部では橋軸直角方向全長にわたってコンクリートに目地を設けており, ひびわれへの配慮がうかがえる. また本橋では, 中間支点を設けないフローティング形式により, 主桁に生じる負曲げモーメントの低減が図られている. また Chongyang 橋のコンクリートは厚さ 80mm で, 鋼床版とスタッドボルトで連結され, 耐風安定性を増すための質量付加と活荷重に対する主桁作用に配慮がなされている.

4 参考文献

- 1) 前田：複合構造に関する研究の発展の歴史と動向, 土木学会論文集, 1984.4
- 2) 川田, 野村, 梶川：複合構造橋梁, 技報堂出版, 1994.9
- 3) 土木学会関西支部：複合斜張橋の設計法, 1987.11
- 4) 若下：複合斜張橋, 橋梁と基礎, 1985.8
- 5) 海洋架橋調査会：生口橋主桁複合構造に関する調査研究報告書, 1986.3
- 6) 多田, 山岸：生口橋の設計・施工一主として接合部について一, 第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, 1989.9
- 7) 上東, 宮本, 忽那, 大山, 中村, 山本：第二東名高速道路 矢作川 - 鋼床版箱桁および PC 波形ウェブ箱桁との接合部の設計・施工概要 -, JSSC No.55, 2005.1
- 8) 三橋, 河野, 市橋, 吉田, 岡本, 高嶋：交通渋滞緩和に寄与する国際プロジェクト-バンコク・リンクロード 双子の斜張橋, 橋梁と基礎, 2007.3,
- 9) NCB 研究会：新しい合成構造と橋, 山海堂, 1996.2
- 10) 池田, 中須, 明橋, 古賀：木曾川・揖斐川橋における接合桁の設計と床版部の疲労実験, 2000.3
- 11) 大阪市建設局街路部立体交差課, 菅原城北大橋工事誌, 1991.3
- 12) 藤原, 森山, 川西：多々羅大橋上部工の実設計, 本四技報, 1998.10
- 13) 田島, 成井, 鈴木：PC 斜張橋の設計法, 橋梁, 1981.12
- 14) 山岸, 森田, 梶川：生口橋 PC 桁部の設計, プレストレストコンクリート技術協会第 29 回研究発表会, 1989.11
- 15) 赤尾, 栗田, 加藤, 松川, 中西：大和橋の設計と施工, 橋梁と基礎, 1975.8
- 16) 志村, 前田, 橋, 笹川：プレキャスト床版を用いた合成桁斜張橋について, 土木学会第 44 回年次学術講演会, 1989.10
- 17) P.R.Taylor : Annacis Cable Stayed Bridge, Canadian Structural Engineering Conference, 1986
- 18) 大塚, 水野, 田中, 榎木, 石倉, 大崎：汲水門橋の施工, 橋梁と基礎, 1997.8
- 19) 成瀬：スペインの大型斜張橋, 橋梁と基礎, 1977.11