

MD ブリッジ
設計・施工マニュアル（案）

平成21年10月

三井造船株式会社
ドーピー建設工業株式会社
三井造船鉄構工事株式会社

目次

	Page
I 共通編	
1. MDブリッジの概要	I- 1
2. 適用の範囲	I- 2
3. 使用材料	I- 3
II 設計編	
1. 設計手順	II- 1
2. 設計の基本	II- 2
3. 床版の設計	II- 7
4. 構造解析	II-10
5. 主桁の設計	II-11
6. 横桁の設計	II-19
7. 支承および付属物	II-24
8. 防錆・防食	II-27
9. 設計上の参考	II-29
III 製造編	
1. 一般	III- 1
2. 製造	III- 2
3. 検査	III- 8
4. 出荷・輸送	III-10
IV 施工編	
1. 一般	IV- 1
2. 測量及び支承工	IV- 2
3. 主桁接合工	IV- 3
4. 架設工	IV- 5
5. 横組み工	IV- 6
6. 橋面工	IV- 8
IV 積算編	
1. 購入品費	V- 1
2. 現場工事費	V- 1

I 共通編

目次

I 共通編

	Page
1. MDブリッジの概要	I - 1
2. 適用の範囲	I - 2
3. 使用材料	I - 3
3-1. 鋼材	I - 3
3-2. コンクリート	I - 3
3-3. PC鋼材	I - 4
3-4. 鉄筋	I - 4
3-5. シース	I - 4
3-6. 定着体	I - 4

1. MDブリッジの概要

MDブリッジは鋼とコンクリートの複合橋梁で、低桁高を必要とする箇所の橋梁を対象として開発されたものである。本橋梁形式は、以下の構造的特徴を有する。

- 1) 上フランジをコンクリート、下フランジおよびウェブに鋼を用いるシンプルな断面構造としており、鋼上フランジを省略して圧縮フランジと床版をコンクリート部材で兼用している。
- 2) 床版コンクリートと鋼ウェブは、鋼ウェブの上端に設けた孔あき鋼板ジベルで結合される。
- 3) 工場で製作したプレキャスト桁を現場で並べ、PC鋼材で橋軸直角方向に横締めすることで一体化した橋体を構成している。

[解説]

MDブリッジは、中小支間橋梁を対象とする鋼・コンクリート複合橋梁である。主桁は鋼I桁の上フランジを省略して、圧縮フランジと床版をコンクリート部材で兼用した構造である。桁と床版を工場で一体化したプレキャスト製品の主桁を現場で並べて、PC鋼材で橋軸直角方向に連結することで、合理化および省力化を図っている。また、鋼フランジの省略により桁高の低減が可能となるとともに、孔あき鋼板ジベルの採用や、鋼ウェブは無補剛であることから、鋼部材の溶接が少なく疲労耐久性に優れた構造である。

MDブリッジの設計にあたっては、基本的に道路橋示方書Ⅱ鋼橋編の合成桁に準じて設計されるが、上フランジ(床版)に高強度コンクリートを使用する点、鋼とコンクリートの接合には、孔あき鋼板ジベルを使用する点、孔あき鋼板ジベルは鋼フランジを設けず鋼ウェブ上端に孔を設ける構造としている点など、道路橋示方書に規定されない事項もあり設計の基本を示すため、ここに設計・施工マニュアル(案)を制定した。

2. 適用の範囲

- (1) 本マニュアル(案)は、単純桁形式のMDブリッジの設計、製作、施工および積算を行う際に適用するものとする。
- (2) 本マニュアル(案)に記載されていない事項については、下記の示方書、指針等に準じるものとする。
 - 1) 道路橋示方書・同解説（以下、道示）（平成14年3月）日本道路協会
 - 2) コンクリート標準示方書（平成20年3月）土木学会
- (3) 本マニュアル(案)で対象とするMDブリッジの適用範囲は、表-1.1.1に示すとおりとする。

表-1.1.1 MDブリッジの適用範囲

設計活荷重	A活荷重・B活荷重
適用支間 (m)	~40
斜 角 (度)	90~70

[解説]

- (1) MDブリッジは、中間支点部の負曲げに対して断面構成が可能な構造を採用することにより、連続桁への適用も可能であるが、当面は単純桁形式に限定している。
- (2) 条文に示した示方書以外にも、必要に応じてその他の示方書、基準、JIS規格などを用いるものとする。
- (3) 適用支間は40m以下としているが、これは支間長が長く桁高が高くなった場合、鋼ウェブを無補剛とするには鋼ウェブの板厚が厚くなり、鋼重が大幅に増加することで経済性が発揮されないために設けた範囲である。

本マニュアル(案)における斜角の適用範囲は、70°以上とする。したがって、斜角70°未満の橋梁については、別途、適切な検討を行う必要がある。

MDブリッジは、計画・設計・施工する上で基本的な考え方を統一することを目的に、支間長16~24mにおいて桁断面の標準化を図っている。標準化に関する資料は、別途、MDブリッジ標準図集を参考とされたい。

なお、長支間の橋桁の運搬に際しては、事前に現場への搬入道路などの運搬事情を検討するとともに、桁重量、桁高および桁ブロック長は、関連法令など（Ⅲ製造編4.出荷・輸送を参照）に十分配慮して決定する必要がある。

3. 使用材料

3-1. 鋼材

- (1) 鋼材に関する品質、規格については、道示 I 3.1 および JIS に示される規定に適合するものを用いるものとする。
- (2) 現場溶接によらない鋼部材の連結材料は、高力ボルト接合によるものとする。
- (3) 頭付きスタッドは、JIS B 1198 に示される規定に適合するものを用いるものとする。

[解説]

- (1) 使用する鋼材は、道示および JIS の関連規格によるものとする。なお、特別な性能を有する鋼材を使用する場合は、試験により機械的性質、化学成分などの使用される部材の要求性能を満足することを確認の上で使用しなければならない。また、気温が著しく低下する地方に架設される橋は、とくに低温じん性に注意して鋼種の選定を行わなければならない。

MDブリッジにおいては、経済性および剛度を確保するため、SM490Y 材相当の引張強度を有する鋼材の使用を標準とする。

- (2) 使用するボルトは、締付け工具が使用できない場合を除きトルシア型高力ボルト(S10T)とする。また、その仕様は防錆使用に適したボルトを採用するものとする。

3-2. コンクリート

- (1) コンクリートに関する品質、規格については、道示 I 3.2 によるものとし、以下に示す材料を用いるのを標準とする。
 - 1) セメントは原則として JIS R 5210 に適合する普通ポルトランドセメントまたは早強ポルトランドセメントとする。
 - 2) 骨材は、清浄、堅硬、耐久的で、適切な粒度をもち、ごみ、泥、薄い石片、細長い石片、有機不純物、塩化物などを有害量含んではならない。
 - 3) 水は、油、酸、塩類、有機不純物、懸濁物など、コンクリートおよび鋼材の品質に有害な影響を及ぼす物質の有害量を含んではならない。
 - 4) 混和材料として用いる混和剤および混和材は、コンクリートおよび鋼材の品質に有害な影響を及ぼさないものでなければならない。
- (2) コンクリートの設計基準強度 σ_{ck} は次の値とする。
 - 1) 工場施工（主桁、床版） $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$
 - 2) 場所打ちコンクリート（桁間床版、横桁など） $36\text{N/mm}^2 \geq \sigma_{ck} \geq 30\text{N/mm}^2$

[解説]

- (1) コンクリート材料の品質、規格については道示によるものとした。セメントは、ポルトランドセメントの他に、高炉セメント（JIS R 5211）、シリカセメント（JIS R 5212）、フライアッシュセメント（JIS R 5213）もある。

また、床版の耐久性の観点から、現場継手部の主桁コンクリートおよび間詰めコンクリートは、初期のひび割れに対して抑制効果が期待できる膨張材を使用するものとする。膨張材の量は、収縮を補償する程度（ 30kg/m^3 程度）とする。

- (2) MDブリッジは圧縮側の鋼フランジを省略した構造となっており、主桁コンクリートに

強度の低いコンクリートを用いると、断面構成ができないため床版(主桁)コンクリートは高強度コンクリート($\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$)を用いることを標準とする。 $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ 以上のコンクリートを用いる場合は、ずれ止め耐力への影響などを適切に考慮する必要がある。

また、場所打ちコンクリートに関しては $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$ を標準とし、現場での品質確保や施工性を考慮してこれを上限とする。また、橋軸直角方向にプレストレスを導入することから、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ を下限値とした。

3-3. PC鋼材

PC鋼材に関する品質、規格については、道示 I 3.1 および JIS G 3536 に示される規定に適合するものを用いるものとする。また、横締めPC鋼材は、施工性、経済性などを考慮して決定する。

[解説]

MDブリッジで使用するPC鋼材は、PC鋼より線 SWPR19L の19本より19.3mmを標準とする。ただし、施工性、経済性などを考慮して、PC鋼より線 SWPR19L の19本より17.8mm、20.3mm、21.8mm および28.6mmを選定しても良い。

3-4. 鉄筋

鉄筋に関する品質、規格については、道示 I 3.1 および JIS G 3112 に示される規定に適合するものを用いるものとする。

3-5. シース

- (1) シースは、その取り扱い中あるいはコンクリートの打込みのときに、容易に変形しないものを使用する。また、その合せ目、継ぎ目等からセメントペーストが入り込まない構造でなければならない。
- (2) シースの形状・寸法は、PC鋼材の挿入性、PCグラウトの充填性、付着の確保、及びPC鋼材との摩擦を考慮したものを使用することとする。

3-6. 定着体

- (1) 定着具は、定着されるPC鋼材の規格に定められた引張荷重値に達する前に破壊したり、著しい変形を生じることのないような構造及び強さを有しているものを用いるものとする。
- (2) 定着具の性能は、JSCE-E 503 [PC工法の定着具及び接続具の性能試験方法] に基づいて確かめることを原則とする。

Ⅱ 設計編

目次

II 設計編

	Page
1. 設計手順	II-1
2. 設計の基本	II-2
2-1. 一般	II-2
2-2. 設計計算に用いる物理定数	II-2
2-3. 荷重	II-3
2-4. 許容応力度	II-5
2-5. 主桁・横桁配置	II-6
3. 床版の設計	II-7
3-1. 設計一般	II-7
3-2. 床版支間と床版厚	II-7
3-3. 設計断面力	II-8
3-4. 設計荷重作用時の橋軸直角方向の照査	II-8
3-5. 設計荷重作用時の橋軸方向の照査	II-8
3-6. 終局作用時の照査	II-8
3-7. 最小鉄筋量	II-8
3-8. 構造細目	II-9
4. 構造解析	II-10
5. 主桁の設計	II-11
5-1. 設計一般	II-11
5-2. 主桁断面	II-12
5-3. 合成断面の設計計算に関する事項	II-14
5-4. 応力度の照査	II-15
5-5. 降伏に対する安全度の照査	II-15
5-6. 主桁現場継手	II-15
5-7. 補剛材の照査	II-16
5-8. 溶接部の照査	II-16
5-9. 疲労設計	II-16
5-10. ずれ止めの設計	II-17
5-11. そり	II-18
5-12. たわみの許容値	II-18
6. 横桁の設計	II-19
6-1. 端支点横桁の設計	II-19
6-2. 中間支点横桁の設計	II-20

	Page
7. 支承および付属物	II-24
7-1. 支承	II-24
7-2. 落橋防止システム	II-24
7-3. 伸縮装置	II-25
7-4. 高欄	II-26
7-5. 排水装置	II-26
7-6. 防水工	II-26
7-7. 添架物	II-26
8. 防錆・防食	II-27
8-1. 鋼部材の防錆・防食	II-27
8-2. 鋼部材端部処理	II-28
9. 設計上の参考	II-29
9-1. 曲線の対応	II-29
9-2. 斜角の対応	II-30
9-3. 勾配の対応	II-30

1. 設計手順

MDブリッジの設計においては、安全性、使用性、経済性および環境との調和を考慮するとともに、製作、輸送、現場施工、維持管理などに注意して設計するものとする。

[解説]

MDブリッジは、設計・製作・施工の合理化のため、支間長 16～24m で標準化しており、設計手順としては、設計条件に対して標準設計に基づいた断面および床版の仮決定を行い、その設計照査に問題が無いかを照査していく手順となる。支間長 24m 以上で設計を行う場合および標準桁高より桁高を低くする場合は、MDブリッジ標準図集および本マニュアル(案)を参考に、上記条文の基本的な考え、原則を守って設計するものとする。一般的な設計の手順と主な設計項目を図-1.1.1 に示す。

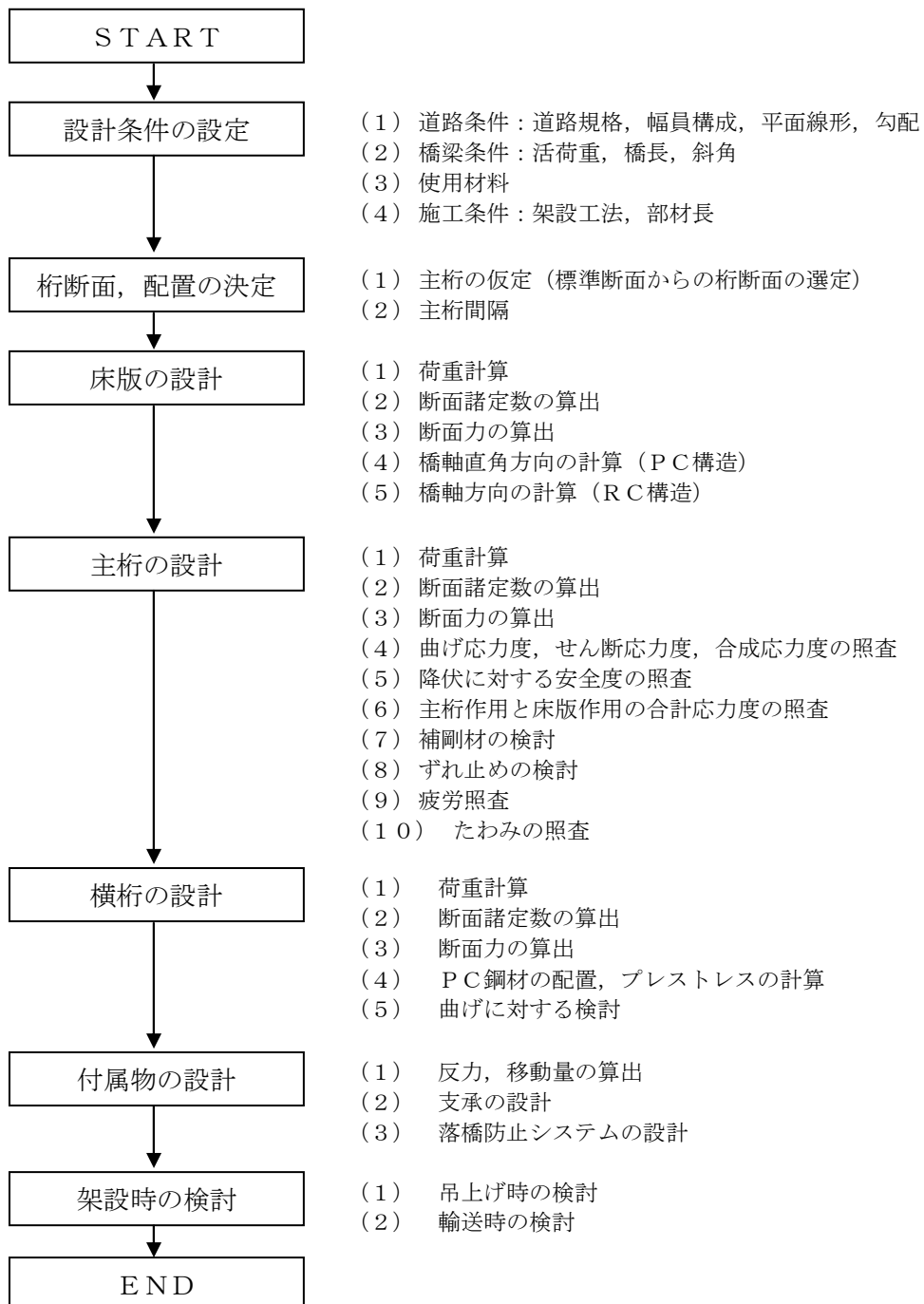


図-1.1.1 設計の手順

2. 設計の基本

2-1. 一般

MDブリッジの設計を行うにあたっては、鋼合成桁としての設計を行うほかに、PC床版およびPC横桁の設計を行わなければならない。

[解説]

本条文では、MDブリッジの構造に基づき行うべき設計を示したものである。

2-2. 設計計算に用いる物理定数

- (1) 断面決定、応力、たわみの計算に用いる鋼材およびコンクリートの物理定数の値は、道示 I 3.3 に示される表-2.2.1 および表-2.2.2 の値を用いてよい。

表-2.2.1 鋼材の物理定数

鋼種	物理定数の値
鋼および鋳鋼のヤング係数	$2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$
PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒のヤング係数	$2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$

表-2.2.2 コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

設計基準強度	30	36	60
ヤング係数	2.8×10^4	2.98×10^4	3.5×10^4

- (2) クリープ係数および乾燥収縮度については、施工時材齢に応じて道示 I 2.2.5 に示される表-2.2.3 および表-2.2.4 の値を用いるものとする。

表-2.2.3 コンクリートのクリープ係数

持続荷重を載荷するときのコンクリートの材令(日)		4~7	14	28	90	365
クリープ係数	早強ポルトランドセメント使用	2.6	2.3	2.0	1.7	1.2
	普通ポルトランドセメント使用	2.8	2.5	2.2	1.9	1.4

表-2.2.4 コンクリートの乾燥収縮度

(普通および早強ポルトランドセメント使用の場合)

プレストレスを導入するときのコンクリートの材令(日)	4~7	28	90	365
乾燥収縮度	20×10^{-5}	18×10^{-5}	16×10^{-5}	12×10^{-5}

- (3) PC鋼より線を用いる場合は、低リラクセーション品を用いるものとする。

[解説]

- (1) 設計計算に用いる鋼材およびコンクリートの物理定数の値は、道示 I 3.3 の値を適用した。ヤング係数比は、各部材で使用するコンクリートのヤング係数を用いて算出するもの

とする。

2-3. 荷重

2-3-1. 荷重の種類

MDブリッジの設計にあたっては、以下の荷重を考慮するものとする。

主荷重 (P)	1. 死荷重 (D)
	2. 活荷重 (L)
	3. 衝撃 (I)
	4. プレストレス力 (PS)
	5. コンクリートのクリープの影響 (CR)
	6. コンクリートの乾燥収縮の影響 (SH)
従荷重 (S)	7. 風荷重 (W)
	8. 温度変化の影響 (T)
	9. 地震の影響 (EQ)
主荷重に相当する特殊荷重 (PP)	10. 雪荷重 (SW)
	11. 支点移動の影響 (SD)
	12. 遠心荷重 (CF)
従荷重に相当する特殊荷重 (PA)	13. 制動荷重 (BK)
	14. 施工時荷重 (ER)
	15. 衝突荷重 (EO)
	16. その他

[解説]

上記荷重の種類は、道示 I 2.1 より、MDブリッジの設計に考慮しなければならない荷重の種類を列挙したものであり、架設地点の諸条件や構造などによって適宜選定しなければならない。

2-3-2. 荷重の組合せ

- (1) 設計荷重作用時の荷重の組合せは、表-2.3.1 に示す荷重の組合わせのうち、最も不利な組合わせにて行うものとする。
- (2) 終局荷重作用時の荷重の組合せは、次のとおりとし、最も不利な荷重の組合せに対して、破壊安全度を照査する。
 - 1) $1.3 \times (\text{死荷重}) + 2.5 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃})$
 - 2) $1.0 \times (\text{死荷重}) + 2.5 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃})$
 - 3) $1.7 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重} + \text{衝撃})$

表-2.3.1 荷重の組合せ

荷重の組合せ
1. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P)
2. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 温度変化の影響 (T)
3. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 風荷重 (W)
4. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 温度変化の影響 (T) + 風荷重 (W)
5. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 制動荷重 (BK)
6. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 衝突荷重 (CO)
7. 活荷重及び衝撃以外の主荷重 + 地震の影響 (EQ)
8. 風荷重 (W)
9. 制動荷重 (BK)
10. 施工時荷重 (ER)

[解説]

- (1) 設計荷重作用時における荷重の組合せは、道示Ⅱ2.2 およびⅢ2.2 によるものとした。
- (2) 終局荷重作用時における荷重の組合せは、道示Ⅲ2.2 によるものとした。MDブリッジでは、PC床版およびPC横桁の設計で考慮するものとした。

2-3-3. 衝撃

活荷重による衝撃係数は次式により算出するものとする。

$$i = \frac{20}{50+L}$$

L : 支間 (m)

[解説]

活荷重による衝撃係数は、道示Ⅰ2.2.3 の鋼橋の値を適用した。

2-4. 許容応力度

2-4-1. 一般

- (1) 主荷重および主荷重に相当する特殊荷重に対する許容応力度は、2-4-2. 鋼材の許容応力度 および 2-4-3. コンクリートの許容応力度に規定する値とする。
- (2) 従荷重および従荷重に相当する特殊荷重を考慮した場合の許容応力度は、2-4-2. 鋼材の許容応力度 および 2-4-3. コンクリートの許容応力度 に規定する許容応力度に表-2.4.1に示す割り増し係数を乗じた値とする。ただし、表-2.4.1の施工時荷重に対する割り増し係数は、施工時に対する諸条件が設計計算の前提となる施工条件を満たす精度を有する場合にのみ適用する。

表-2.4.1 許容応力度の割増し係数

荷重の組合せ	
1. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P)	1.00
2. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 温度変化の影響 (T)	1.15
3. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 風荷重 (W)	1.25
4. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 温度変化の影響 (T) + 風荷重 (W)	1.35
5. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 制動荷重 (BK)	1.25
6. 主荷重 (P) + 主荷重に相当する特殊荷重 (P P) + 衝突荷重 (CO)	
鋼部材に対して	1.70
鉄筋コンクリート部材に対して	1.50
7. 活荷重及び衝撃以外の主荷重 + 地震の影響 (EQ)	1.50
8. 風荷重 (W)	1.20
9. 制動荷重 (BK)	1.20
10. 施工時荷重 (ER)	1.25

- (3) 鋼桁の許容応力度の割増しについては、上記の規定にかかわらずに道示Ⅱ11.3.1の表-11.3.3に示す値とする。

[解説]

この項の規定は、道示Ⅱ3.1およびⅢ3.1によるものとした。(3)における鋼桁の許容応力度については、道示Ⅱ11.3.1によるものとした。

2-4-2. 鋼材の許容応力度

- (1) 構造用鋼材の許容応力度は、道示Ⅱ3.2.1による。
- (2) 溶接部および接合用鋼材の許容応力度は、道示Ⅱ3.2.3による。
- (3) PC鋼材の許容応力度は、道示Ⅲ3.4による。
- (4) 鉄筋の許容応力度は、道示Ⅲ3.3による。

2-4-3. コンクリートの許容応力度

- (1) 主桁に用いるコンクリートの許容圧縮応力度は、主桁の断面の一部として作用する場合においては $\sigma_{ck}/3.5$ とする。また、間詰め床版および継手部に用いる場所打ちコンクリートの許容応力度は、道示Ⅱ11.3.1による。
- (2) PC床版およびPC横桁に用いるコンクリートの許容応力度は、道示Ⅲ3.2による。

[解説]

- (1) MDブリッジの主桁の設計に用いる許容応力度は、プレストレスを導入していないことやコンクリート橋と比較してたわみ易いことから道示Ⅱ11.3.1の規定によるものとした。ただし、主桁の許容圧縮応力度に関しては、工場製品でありコンクリートの品質が確保されることや、性能確認試験により使用時や終局時での挙動や耐力が確認され、使用性や安全性に問題が無いことが確認されている¹⁾ことから、主桁の断面の一部として作用する場合においては $\sigma_{ck}/3.5$ とした。また、間詰め床版や継手部に用いるコンクリートに関しては、現場でコンクリートを施工することを考慮して、道示Ⅱ11.3.1の規定によるものとした。

[参考文献]

- 1) 皆田，酒井，内田，長谷川，栗田：中小支間複合橋梁に関する実験的研究，土木学会，第7回複合構造の活用に関するシンポジウム，2007.11

2-5. 主桁・横桁配置

- (1) 主桁は橋脚（橋台）間直線配置で、等間隔に配置するものとする。
- (2) 主桁間隔は1.5m以内、プレキャスト桁の床版幅は1.2mを標準とし、幅員の調整は間詰め床版および張出し部で行う。なお、間詰め床版幅は0.15～0.3mを原則とし、張出し部は地覆の水切り幅で調整する。
- (3) 中間横桁は1支間につき10m以内の間隔で2箇所以上設けることを原則とする。

[解説]

- (2) 本項は、MDブリッジの主桁配置に関する基本的な考え方である。詳細は、**5-2. 主桁断面** およびMDブリッジ標準図集を参考とされたい。
輸送・架設条件などによりプレキャスト桁の床版幅を短くする必要がある場合において、0.3mを超えた間詰め床版幅とする際は、床版の橋軸直角方向鉄筋はプレキャスト桁の床版から重ね継手以上突出した鉄筋により結合するものとする。ただし、最大0.75m以下とする。
- (3) MDブリッジの床版厚は、PC床版の設計ではなく主桁の設計で決定され、従来の橋梁形式の床版厚と比較して厚くなっており、桁の荷重分配は床版のみでも十分可能な剛度を確保していることがFEM解析でも確認されている。しかしながら、コンクリート橋と比較して主桁の剛度が低く、活荷重による主桁のたわみ差による床版への影響や、道示Ⅲ9.2にあるようにPC桁においても中間横桁の省略は認められていないことから、中間横桁を設けることとした。また、MDブリッジは主桁高が低く、支間中央に中間横桁を1本設けた場合は、横桁の断面構成が困難なことから、1支間につき2箇所設けることを原則とした。ただし、十分な横桁高さが確保され断面構成が可能な場合はこの限りではない。

3. 床版の設計

3-1. 設計一般

- (1) 床版の設計は、道示Ⅲ7章の規定に従って、曲げモーメントに対する照査を行い、せん断に対する照査は省略するものとする。
- (2) MDブリッジの床版は、橋軸直角方向はPC構造、橋軸方向はRC構造として設計するものとする。

3-2. 床版支間と床版厚

- (1) 床版支間は主桁中心の間隔とする。
- (2) MDブリッジの床版厚は、道示Ⅲ7.3.2により照査するものとするが、原則として、A活荷重の場合は200mm、B活荷重の場合は220mmとする。また、ハンチ厚は、原則として80mmとする。

[解説]

- (1) 床版支間は図-3.2.1に示すとおり、主桁中心の間隔とする。

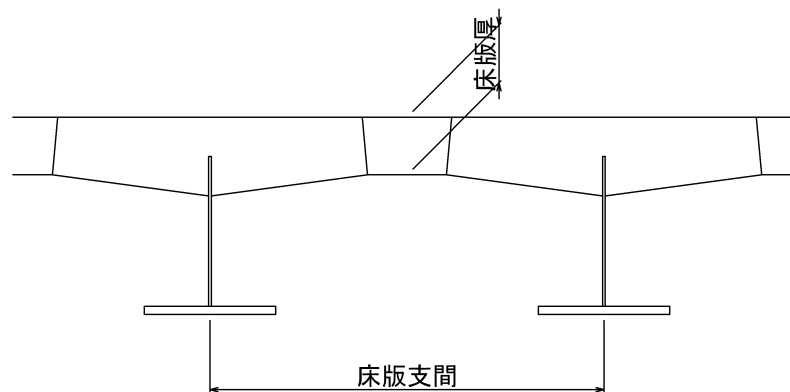


図-3.2.1 床版支間

- (2) MDブリッジの床版厚は、道示Ⅲ7.3.2により照査するものとするが、最小厚を用いると主桁の設計で断面構成できないことと、図-3.2.2に示すとおりPC鋼材の配置や鋼ウェブとの位置関係により、最小床版厚を各活荷重で規定した。床版厚、ハンチ厚の設定については5-2.主桁断面を参照のこと。

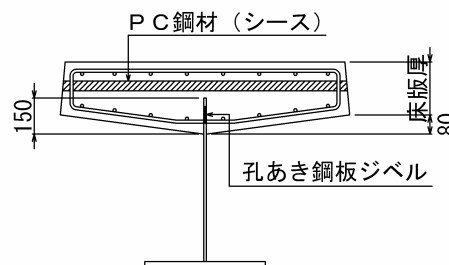


図-3.2.2 床版断面図

3-3. 設計断面力

床版の設計曲げモーメントは、道示Ⅲ7.4.2によるものとする。また、片持ち版端部については道示Ⅲ7.5.4によるものとする。

3-4. 設計荷重作用時の橋軸直角方向の照査

- (1) 橋軸直角方向はP C構造としてフルプレストレスで設計するものとする。
- (2) P C鋼材の配置は、道示Ⅲ7.5.3の留意点を配慮するものとする。
- (3) 断面諸数値は、単位幅（1m）当たりの総断面（コンクリート断面）諸数値を用いるものとする。
- (4) 設計荷重による曲げ応力度は、床版支間中央および支点における断面の上下縁について算出するものとする。
- (5) プレストレス力は、道示I2.2.4により算出するものとする。
- (6) 設計荷重による曲げ応力度の照査は、合成応力度（荷重による曲げ応力度＋有効プレストレス）が **2-4-3. コンクリートの許容応力度** の許容値内であることを確認するものとする。

3-5. 設計荷重作用時の橋軸方向の照査

- (1) 橋軸方向はR C構造として設計するものとする。
- (2) 断面諸数値は、単位幅（1m）当たりの総断面（コンクリート断面）諸数値を用いるものとする。
- (3) 設計荷重による曲げ応力度の照査は、コンクリートおよび鉄筋が **2-4-3. コンクリートの許容応力度** の許容値内であることを確認するものとする。

3-6. 終局荷重作用時の照査

終局荷重作用時の照査は、道示Ⅲ4.2.4によるものとする。

3-7. 最小鋼材量

最小鋼材量の計算は、道示Ⅲ6.4によるものとする。

3-8. 構造細目

- (1) ハンチおよび間詰め床版は、別途 5-2. 主桁断面 に示す。また、間詰め床版の橋軸直角方向の鉄筋間隔は 300mm を標準とする。
- (2) 鉄筋は異形鉄筋を用いるものとし、鉄筋の直径は 10, 13, 16mm を標準とする。
- (3) PC鋼材はPC鋼より線を用いるものとし、1S19.3 を標準とする。
- (4) 鉄筋やPC鋼材の配置は、道示Ⅲ6.6 によるものとする。また、PC鋼材の配置間隔は 50cm を標準とし、主鉄筋および桁継手部の取り合いおよびPC横桁の設計を考慮して決定するものとする。
- (5) 主桁に継手部を設ける場合は、5-6. 主桁現場継手 に従い継手形状を決定するものとする。

[解説]

- (1) 床版の主鉄筋間隔は、孔あき鋼板ジベルの間隔に依存するため、必要以上に密に配置することになる。したがって、3-7. 最小鋼材量 を満足している場合においては、間詰め床版の橋軸方向の鉄筋間隔は 300mm を標準とした。
- (4) 鉄筋やPC鋼材の配置は、道示Ⅲ6.6 によるものとし、最小かぶり 3cm を標準とした。塩害に対する耐久性を考慮する場合は、道示Ⅲ5.2 を考慮するものとする。

また、PC鋼材の配置間隔は 50cm を標準とするが、床版の主鉄筋間隔が孔あき鋼板ジベルの間隔に依存すること、桁継手部を設ける場合は橋軸直角方向に床版の打ち継ぎ目が生じること、および桁高を低くする場合はPC横桁の設計で床版のプレストレスの影響が大きいことを考慮して、PC鋼材の配置間隔を決定するものとした。参考として、図-3.8.1 に概要を示す。

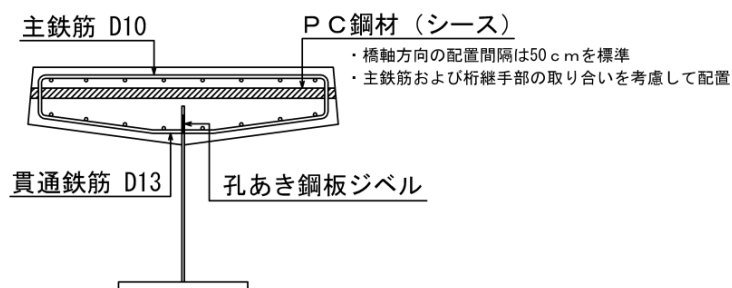


図-3.8.1 構造細目概要

- (5) 主桁継手部の構造詳細に関しては、MDブリッジ標準図集および 5-6. 主桁現場継手 を参照されたい。また、標準桁では、継手部主桁コンクリートの打ち残し範囲は、鋼上フランジのボルト締付作業などを考慮して 600mm 以上を標準としている。ただし、主桁コンクリート製作時に鉄筋やシース管などが主桁コンクリート打ち継ぎ目部に干渉した場合は、設計上許容される範囲で鉄筋やシース管の配置を変更するものとする。また、継手部主桁コンクリートの打ち残し範囲を変更する場合は、鋼上フランジとプレキャスト主桁コンクリートとのラップ長が必要量確保されていることを確認するものとする。

4. 構造解析

- (1) MDブリッジの主桁および横桁の断面力は、横桁や床版による荷重分配効果を適切に評価して、格子構造理論により算出することを原則とする。
- (2) 格子構造理論により断面力を算出する場合には、部材の曲げ剛性を全断面有効として、一般に部材のねじり剛性を無視してもよい。
- (3) 主桁自重および場所打ち部（間詰め床版、横桁）は、単純ばりにより断面力を算出するものとする。
- (4) (3) 以外の死荷重および活荷重については、格子構造理論により断面力を算出するものとする。

[解説]

- (1) 格子構造理論により断面力を算出する際は、床版は仮想横桁として支間長にわたって8～10分割（図-4.1.1参照。中間横桁を2箇所設けた場合は、横桁間隔を3分割）した帯状の床版部材を考慮し、その有効断面は全断面を有効とし、床版剛度は格点間を等分した範囲を考慮するものとする。これは、横桁を曲げモーメントに対する有効幅を考慮した剛度で格子構造理論により断面力を算出すると、横桁の断面力が大きくなり不経済となることから、床版を仮想横桁として評価することとした。仮想横桁の配置間隔は、横桁間隔を3分割(2m前後)とした場合と1mピッチで密に配置した場合で格子解析を行い、FEM解析と比較した結果、横桁間隔を3分割した程度の配置で十分安全側の設計が可能であることを確認している。また、床版の設計においても、仮想横桁に発生する断面力は、道示の床版の設計曲げモーメントより小さく、FEM解析でも同様に道示の床版の設計曲げモーメントより小さいことを確認していることから、特に考慮しなくてもよいものとした。

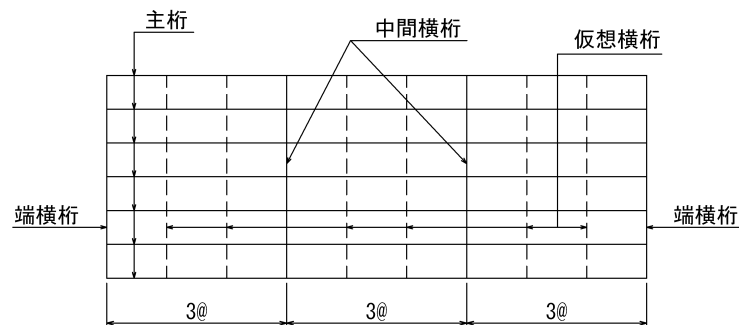


図-4.1.1 仮想横桁配置例

- (2) MDブリッジを格子構造理論で解析するためには、実橋の挙動を反映できるように、適切な構造モデルを設定する必要がある。本構造では床版の張出し長や支間長は、一般の鋼橋に比べて小さいため、せん断遅れを考慮した有効幅と全幅との差は小さい。また、一般に格子構造による主桁の断面力については、有効断面やねじり剛性の差異による影響は少ない。このことから、部材の曲げ剛性を全断面有効として、一般に部材のねじり剛性を無視してもよいこととした。ただし、斜角が70°未満ではねじりの影響が大きいため、ねじり剛性を考慮して解析し、ねじりに対する検討を行うのがよい。

5. 主桁の設計

5-1. 設計一般

- (1) MDブリッジは、鋼桁とフランジを兼用したコンクリート床版とが一体となった合成断面で荷重に抵抗する。主桁の曲げ、せん断、ねじりに対する設計は、道示Ⅱにしたがって行うものとする。また、桁端部のRC構造部分の設計は、道示Ⅲにしたがって行うものとする。
- (2) 鋼桁とフランジを兼用したコンクリート床版との結合は、鋼ウェブの上端に設けた孔あき鋼板ジベルを用いることとする。
- (3) 主桁の設計にあたっては、施工工程を考慮し、各施工段階の応力度およびそれらの合成応力度について照査しなければならない。
- (4) プレキャスト桁の断面は、架設時の安全性についても考慮して決定しなければならない。

[解説]

- (1) MDブリッジの端横桁は、経済性、耐久性および落橋防止システムとの取り合いを考慮してPC横桁を採用している。また、一般的に鋼桁で支承との取り合いに用いられているソールプレート省略し製作コストを削減するため、図-5.1.1に示すとおり、鋼桁は端横桁の手前までとしている。したがって、桁端部は橋軸方向ではRC構造であるため、道示Ⅲにより設計を行うこととした。

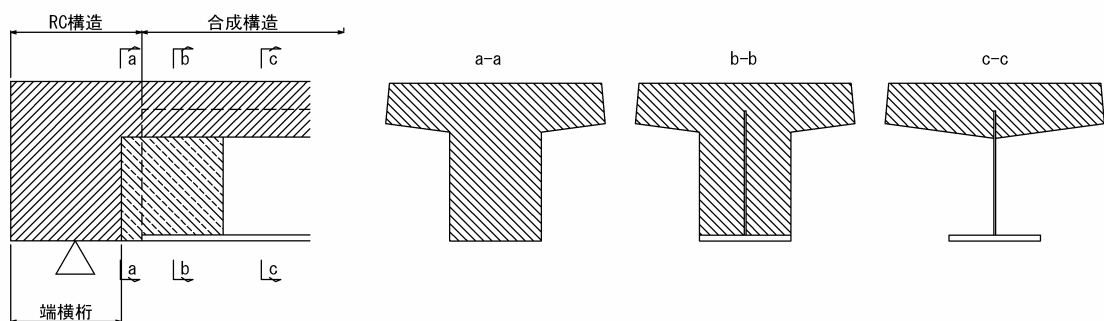


図-5.1.1 桁端部の構造

- (2) 鋼とコンクリートの結合に用いる一般的なずれ止め構造としては、スタッドジベル、孔あき鋼板ジベル、アングルジベルなどがある。MDブリッジは、鋼フランジを省略して鋼桁とコンクリート床版を結合した構造であるため、ずれ止めの損傷は直ちに桁の崩壊に繋がるおそれがあることから、ずれ止め構造の選定は極めて重要である。MDブリッジでは、経済性、施工性、耐久性などを考慮して、孔あき鋼板ジベルを採用し、各種の性能確認試験やFEM解析を実施して、使用性や安全性に問題が無いことを確認している。したがって、鋼桁とコンクリート床版との結合は孔あき鋼板ジベルを用いることを原則とした。
- (3) 桁に継手部を設けて、現場にてコンクリート床版を施工する場合は、その施工順序により継手部断面内の応力分布が異なる。あらかじめ想定した施工条件に従い、それぞれの施工段階で応力度を算出して、合成応力度を求めなければならない。また、設計にあたって想定した施工条件は、設計計算書、設計図などに明示するのがよい。
- (4) プレキャスト桁の状態では、横方向の曲げ剛性、ねじり剛性が低いことから、横座屈などの照査を行い安全性を確認することとした。

5-2. 主桁断面

- (1) 主桁断面は標準桁断面を基本とし、設計条件に基づき本マニュアル（案）に従って決定するものとする。
- (2) 各主桁断面は同一断面とすることを原則とする。

[解説]

- (1) MDブリッジの標準桁断面を図-5.2.1 に示す。標準桁断面に関する資料は、MDブリッジ標準図集を参考とされたい。標準桁断面は、経済性や構造の成立性を考慮して部材断面を決定しており、設計条件により標準桁断面では対応できない場合は、以下を参照して桁断面を決定することとする。

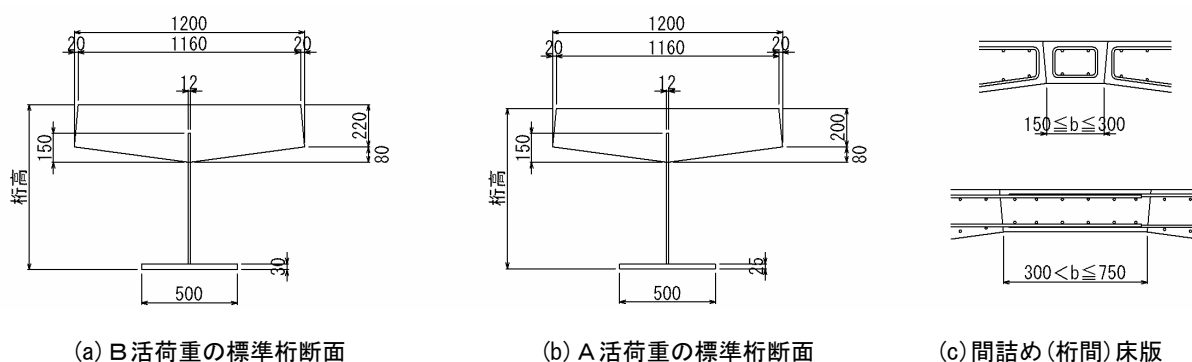


図-5.2.1 標準桁断面

1) コンクリートフランジ（床版）厚

標準桁として、コンクリートフランジ厚は、図-5.2.1 および 3-2. 床版支間と床版厚 に示すとおり、B活荷重は 220mm、A活荷重は 200mmとしている。原則として、標準桁の床版厚を用いるものとするが、支間長が長く断面力が大きい場合などは、経済性、桁高、活荷重たわみなどを考慮するとともに、中立軸が床版厚内とならないように、標準桁の床版厚を変更してもよい。ただし、鋼ウェブの埋め込み長は 150mm として、P C 鋼材と鋼ウェブおよび現場継手を設けた場合は鋼上フランジとの干渉に留意して、シーブ管が適切に配置できるようにしなければならない。

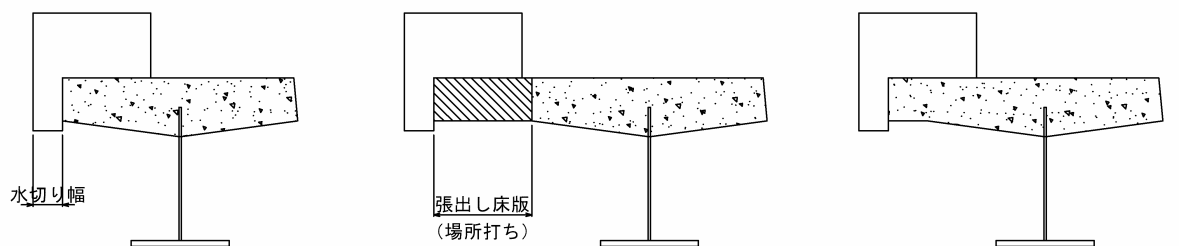
また、標準桁として、ハンチ厚は 3-2. 床版支間と床版厚 に示すとおり 80mm を原則とする。これは、孔あき鋼板ジベルによる結合に必要な鋼ウェブの埋め込み長を確保するためと、結合部の局部応力を拡散させるためである。ただし、道示Ⅲ7.3.2 により算出した床版厚の場合、鋼ウェブの埋め込み長を確保するため、100mm を上限としてハンチ厚を変更してもよい。

2) コンクリートフランジ（床版）幅

プレキャスト桁のコンクリートフランジ幅は、図-5.2.1 および 2-5. 主桁・横桁配置 に示すとおり、床版下縁寸法で 1200mm を原則とし、幅員の調整は間詰め床版および張出し部で行うこととする。間詰め床版幅は、図-5.2.1 に示すとおり、床版下縁寸法で 150~300mm を原則とする。ただし、2-5. 主桁・横桁配置 に記載のとおり最大 750mm までとする。

また、張出し部は地覆の水切り幅で調整することを原則とするが、間詰め床版と水切り幅で調整ができない幅員構成の場合は、場所打ちコンクリートによる張出し床版

を設けることとする。ただし、張出し床版幅が小さい場合は現場での施工手間が増えるため、**図-5.2.2** に示すとおり、プレキャスト桁の外側を張り出して製作してもよいこととする。



(a) 標準外桁構造

(b) 張出し床版を設けた構造

(c) 外側を張り出して製作

図-5.2.2 外桁の構造

3) 鋼下フランジ

標準桁として、**図-5.2.1** に示すとおり、鋼下フランジ厚はB活荷重が 30mm、A活荷重が 25mm、鋼下フランジ幅は 500mmとしている。標準桁の下フランジ厚は、原則として標準桁の板厚を用いるものとするが、設計条件により応力度が許容応力度を満足しない場合および応力度の余りが大きい場合などは、経済性、桁高、活荷重たわみなどを考慮するとともに、中立軸が床版厚内とならないように、下フランジ厚を増減してもよい。また、材質は SM490Y 材を標準としているが、SM570 材などの高材質をして鋼断面を小さくすることは、剛性が低くなるため避けることが望ましい。

鋼下フランジ幅は、原則として標準桁のフランジ幅を用いるものとする。フランジ幅を大きくすると桁高が低いため、「鋼道路橋設計便覧(昭和 55 年 8 月)」の 3.2.2(1)⑦に記載されているように、フランジ幅をウェブ高の 1/3 以上とするとせん断遅れによりフランジ断面の応力分布が均一でなくなるおそれがある。標準桁では、実験および FEM 解析によりフランジ断面の応力分布がほぼ均一であることを確認している。

4) 鋼ウェブ厚

鋼ウェブ厚は、**図-5.2.1** に示すとおり、12mm以上を原則とする。これは、MDブリッジは鋼ウェブを無補剛とすることで製作コストを削減しており、12mm未満の場合は桁高によっては道示 II 10.4.3 により補剛材が必要となる場合があるためである。また、鋼ウェブ上端に孔あき鋼板ジベルを設けており、12mm未満の場合はずれ止めの設計に必要な孔あき鋼板ジベルの耐力を得られない場合があるためである。

5) 桁高

標準桁高を**表-5.2.1** に示す。桁高は、標準桁高を基本として、建築限界などの設計条件および 1) ~4) を考慮して決定するものとする。

表-5.2.1 標準桁高 (B活荷重)

支間長 (m)	16	17	18	19	20	21	22	23	24
標準桁高 (mm)	660	690	730	760	800	830	870	900	940

A活荷重の標準桁高はB活荷重の-50mm

(2) MDブリッジでは、設計、製作の合理化のため、各桁断面は同一であることとした。なお、桁高が低い場合は桁の剛性が低いため、活荷重たわみによる各桁のたわみ差が生じ、

床版に付加応力が発生する。付加応力を考慮し、使用性、安全性が適切な方法で確認できる場合は、この限りではない。

5-3. 合成断面の設計計算に関する事項

- (1) ヤング係数比は、2-2. 設計計算に用いる物理定数のヤング係数により算出するものとする。
- (2) コンクリートの有効幅は、道示Ⅱ10.3.5により算出するものとする。
- (3) 主桁作用と床版作用の重ね合わせは、道示Ⅱ11.2.5により照査するものとする。
- (4) クリープは、道示Ⅱ11.2.6により考慮するものとする。
- (5) 温度差は、道示Ⅱ11.2.7により考慮するものとする。
- (6) 乾燥収縮は、道示Ⅱ11.2.8により考慮するものとする。また、高強度コンクリートを使用する場合は、自己収縮を考慮するものとする。

[解説]

- (1) 合成桁の弾性変形、不静定力、断面応力の算出に用いるヤング係数比は、道示Ⅱ11.2.2では $n=7$ となっているが、MDブリッジは高強度コンクリートを使用することから、鋼とコンクリートのヤング係数を用いて算出することとした。参考までに、 $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ では、 $n=E_s/E_c=200,000/35,000=5.7$ となる。
- (2) MDブリッジは、主桁間隔が1.5m以下であるため、一般にはコンクリートの有効幅を考慮する必要はない。ただし、張出し長が大きい場合や支間長が短い場合などでは、道示Ⅱ10.3.5により有効幅を算出することとした。
- (3) MDブリッジは合成断面で断面力に抵抗することから、道示Ⅱ11.2.5により主桁作用と床版作用の重ね合わせを照査するものとする。
- (4) クリープによる応力度を算出するときには、道示に定められているクリープ係数 $\phi=2.0$ を用いるものとする。
- (5) 鋼桁とコンクリートの温度差に基づく応力度を算出するときには、道示の規定に準拠し、温度差は 10°C を標準とし、またその分布形状は、鋼とコンクリート部でそれぞれ一様に、その境界においては、段違い状に分布するものとする。
- (6) 道示では最終収縮度の標準値として 20×10^{-5} としている。一般に、合成断面ではコンクリートの自由な収縮が鋼桁によって拘束されるので、コンクリートにクリープが発生する。そのクリープ係数についても $\phi_2=2$ 、 $\phi_1=4.0$ を標準とすることとなっており、これを準用することとした。

また、高強度コンクリートでは、セメントの水和に起因した自己収縮が無視できなくなる場合があることが指摘されている。MDブリッジは、主桁コンクリートに高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$) を用いることを標準としているため、主桁の設計やそりの計算においては自己収縮を考慮することとした。自己収縮ひずみは、「コンクリート標準示方書」(土木学会)より、 $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ の場合は 15×10^{-5} としてよいものとする。これは、実験桁のたわみ計測で確認しているが、別途、適切な方法で自己収縮ひずみを確認できればこの限りではない。

5-4. 応力度の照査

- (1) 合成断面の曲げモーメントによる垂直応力度の算出にあたっては、道示Ⅱ10.2.2によるものとし、下記の仮定に基づいて行うものとする。
 - 1) コンクリートの引張側の断面については、応力度の算出には考慮しない。
 - 2) 断面の剛性の検討においては、コンクリートの全断面を有効とする。
 - 3) 引張フランジにボルトなどの孔がある場合は、上記によって算出した引張応力度に対して、断面控除の影響を考慮する。
- (2) 合成断面の曲げにともなうせん断応力度の算出にあたっては、道示Ⅱ10.2.3によるものとする。
- (3) 合成応力度は、道示Ⅱ10.2.5により照査するものとする。
- (4) 主桁の支点付近は全断面が鉄筋コンクリート部材であり、せん断力に対する照査を行う。設計荷重時の照査は、道示Ⅲ4.3.3の規定により、終局荷重時の照査は、道示Ⅲ4.3.4の規定によるものとする。
- (5) 算出した応力度は、**2-4. 許容応力度** に示す許容応力度以下とする。

[解説]

- (1) コンクリートの引張側の断面については、応力度の算定にあたってこれを無視することは、鉄筋コンクリートや鋼コンクリート合成構造で一般的に広く適用されている考え方であり、本マニュアル(案)においてもこれを踏襲した。ただし、断面の剛性の検討においては、コンクリートの全断面を有効と考えて算定してよいものとした。

5-5. 降伏に対する安全度の照査

合成断面は、道示Ⅱ11.3.2により降伏に対する安全度の照査を行うものとする。

5-6. 主桁現場継手

- (1) 主桁現場継手位置は、輸送可能な部材長、中間横桁位置などを考慮して決定するものとする。
- (2) 主桁現場継手部は、ウェブ上端に鋼フランジを設けるものとする。
- (3) 主桁鋼部材の現場継手は、高力ボルト摩擦接合を標準とする。
- (4) 主桁現場継手の設計は、作用力に対して行うものとする。また、原則として母材の全強の75%以上の強度をもつようにするものとする。ただし、せん断力については作用力を用いてよい。
- (5) 高力ボルト継手の設計は、道示Ⅱ6.3により行うものとする。
- (6) 橋軸方向の鉄筋はループ継手とし、鋼フランジの上下面の鉄筋は重ね継手とする。

[解説]

- (1) MDブリッジは一般の鋼橋やPC橋と異なる要因で、継手部の位置が制限される。下記の項目に注意して、標準桁を参考に継手位置を設定するものとする。
 - 1) 中間横桁と下フランジの添接板が干渉しないようにすること。
 - 2) 主桁床版コンクリートの打ち継ぎ目部に、横締めPC鋼材が配置されないようにすること。

- 3) 継手位置は、鋼ウェブ上端の孔あき鋼板ジベル間の中央とすること。
- (2) 主桁現場継手部は、架設時の自重による圧縮力を受け持つためと、継手部の床版コンクリートは場所打ちコンクリートで施工することから、鋼フランジを設けるものとした。図-5.6.1に継手部の概要図を示す。詳細な構造は、MDブリッジ標準図集を参考とされたい。また、鋼フランジとプレキャスト床版コンクリートとのラップ長は300mm以上設け、プレキャスト床版コンクリート側の鋼フランジの縁端はラップ長以外に45°カットの区間を設けるものとする。これらの構造は、FEM解析により応力の伝達を確認し、実物大桁による曲げ載荷試験で平面保持が確保されていることを確認している。
- (3) MDブリッジは、現場工期の短縮が可能であることが特徴の一つであることから、ボルト接合を標準とする。

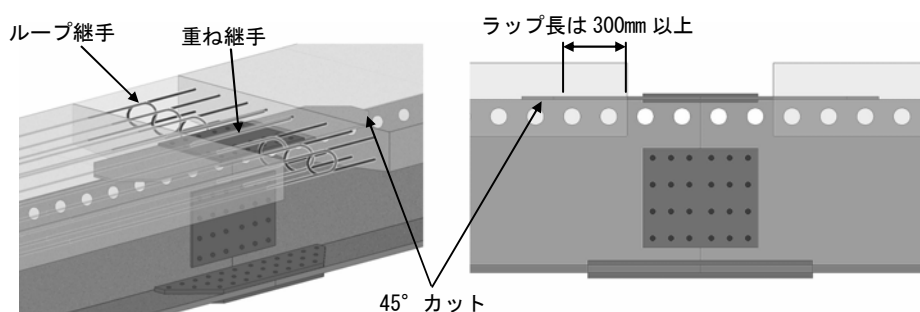


図-5.6.1 継手部概要

5-7. 補剛材の照査

鋼ウェブに垂直補剛材が不要であることを、道示Ⅱ10.4.3により照査するものとする。

[解説]

MDブリッジは、鋼ウェブを無補剛とすることで製作コストを低減させていることを特徴としている。したがって、道示Ⅱ10.4.3により照査し、鋼ウェブが無補剛となるように断面決定することを原則とする。

5-8. 溶接部の照査

鋼桁の溶接部の照査は、道示Ⅱ6.2によるものとする。

5-9. 疲労設計

疲労設計は、「鋼橋の疲労（日本道路協会）」、「鋼道路橋の疲労設計指針（日本道路協会）」の諸規定により照査するものとする。

[解説]

本構造は、補剛材が無く溶接部が少ないため疲労設計上問題となる可能性は少ない。しかしながら、排水装置の取り付けピースなど、主部材以外の溶接部材を取り付ける場合がある。したがって、ウェブとフランジの溶接部および前述の取り付けピースの溶接部などにおいて、疲労照査を行うものとする。

5-10. ずれ止めの設計

- (1) 鋼ウェブとコンクリート床版、桁端部コンクリートおよび中間横桁のプレキャストコンクリートのずれ止めは、孔あき鋼板ジベルを用いることを原則とする。
- (2) 孔あき鋼板ジベルの孔径は 70mm、貫通鉄筋は D13 以上を用いるものとする。また、孔間隔は 125mm 以上とし、鋼ウェブ上端に設ける孔あき鋼板ジベルについては原則として 165mm 以下とする。
- (3) ずれ止めに用いる水平せん断力は、道示Ⅱ11.5.2 により算出するものとする。
- (4) 孔あき鋼板ジベルの孔 1 個あたりの許容せん断力は、次式によるものとする。
$$Qa=0.3 \times d^2 \times \sigma_{ck} \quad (\text{N})$$
ここに、 d ：孔径 (mm)、 σ_{ck} ：コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)
- (5) 桁端部コンクリートおよび中間横桁のプレキャストコンクリートは、鋼下フランジにスタッドジベルを設けて肌隙を防止するものとする。

[解説]

- (1) **5-1. 設計一般** で述べたとおり、ずれ止めには孔あき鋼板ジベルを用いることを原則とする。
- (2) 本項では、孔あき鋼板ジベルの寸法を規定している。これは、既往の孔あき鋼板ジベルのせん断耐力の算出式が、おもに普通強度のコンクリートを用いた押抜きせん断試験より導かれているため、高強度コンクリートを用いた規定寸法の孔あき鋼板ジベルの押抜きせん断試験を実施して、その耐力を確認しているためである。したがって、別途、試験を実施してその耐力を確認すればこの限りではない。

また、鋼板厚が 12mm 以上の場合は、孔径を 70mm、孔間隔を 125mm 以上とすることで、孔あき鋼板ジベルの孔間の鋼板のせん断破壊および孔内コンクリートの支圧破壊が孔内コンクリートのせん断破壊より先行することはないため、その照査は省略することとする。

孔間隔の上限値を設けたのは、支間中央部は水平せん断力に対して照査した場合、必要とする孔あき鋼板ジベルの数が少なくなり、輪荷重による鉛直せん断に抵抗するためと鋼とコンクリートの合成を確保するためである。上限値は、実物大桁の載荷試験で用いた孔間隔で、疲労試験や耐荷力試験において結合部の損傷は発生しなかったことが確認されている。ただし、孔あき鋼板ジベルの配置間隔を決定する上で、端数処理をする必要がある場合においては、孔あき鋼板ジベルに作用する水平力が小さい支間中央部で行うものとし、水平力と輪荷重による鉛直力の合力に抵抗できる間隔としてもよいこととする。
- (4) この式は、明橋ら²⁾による提案式で、孔あき鋼板ジベルの設計で用いられることが多い。本構造においても、押抜きせん断試験により式の適用が可能であることが確認されたことから、ずれ止めの設計に用いるものとした。
- (5) スタッドの配置は標準桁を参考とされたい。

[参考文献]

- 2) 明橋、永田、大水、西川：コンクリートの打設方向を考慮した孔あき鋼板のせん断強度特性に関する実験的研究，構造工学論文集，第 8 巻第 31 号，2001.9

5-11. そり

主桁には、死荷重、コンクリートの乾燥収縮、クリープなどによるたわみに対して、路面が所定の高さになるように、そりをつけるものとする。

5-12. たわみの許容値

- (1) 活荷重（衝撃を含まない）によるたわみの許容値は $L/600$ 以下とする。ここに、 L は支間長とする。
- (2) たわみは部材の総断面を用いて算出するものとする。

[解説]

- (1) MDブリッジは、通常の床版より厚いコンクリート床版を有し、引張を鋼部材で抵抗する構造となっており、通常の桁橋とは異なる挙動となる。FEM解析においても床版および横桁により荷重分配し、コンクリート床版に発生する応力度が道示式より算出した値に対して低いことが確認されている。また、実物大桁による曲げ載荷試験および疲労試験において、コンクリート床版、桁および結合部の損傷は無く安全性、使用性が確認されていることから、道示Ⅱ2.3のその他の橋梁形式の規定を用いるものとした。ただし、**2-5. 主桁・横桁配置** に準拠して桁配置され、**3-2. 床版支間と床版厚** および**5-2. 主桁断面** で規定される床版厚が確保されている場合においてのみ適用するものとする。

6. 横桁の設計

6-1. 端支点横桁の設計

6-1-1. 一般

端支点横桁は、主桁から伝達される力および落橋防止構造や変位制限構造から伝達される地震力に対して、PC構造として設計するものとする。

[解説]

支承、落橋防止構造、変位制限構造等が設けられる支点部の横桁は、地震時において大きな水平力の作用を受けるため、道示Vに規定する支承、落橋防止構造、変位制限構造等の設計地震力に対し十分な安全性を有するとともに、これを主桁に円滑に伝達できる構造としなければならない。

6-1-2. 設計断面力

地震時の曲げモーメントは、両側の主桁に支持された両端固定梁として、変位制限構造や落橋防止構造から伝達される水平力を載荷して、断面力を算出するものとする。

[解説]

変位制限構造や落橋防止構造に作用する地震時水平力は、それぞれ道示V 15.5, 16.3に従って計算するものとする。

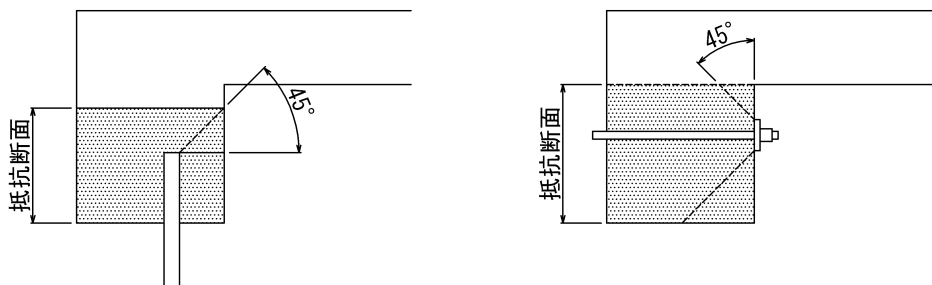
6-1-3. 抵抗断面

地震時の曲げおよびせん断に対する抵抗断面は次のとおりとする。

- 1) 変位制限構造に対しては、アンカーバー上端よりかぶりの小さい側に45°上方にのぼした線がコンクリート縁と交差する位置から横桁下端までとする。
- 2) 落橋防止構造に対しては、支圧板の上縁から45°上方、下縁から45°下方にのぼした線が反対側のコンクリート縁と交差する位置の範囲とする。

[解説]

本項を図示したものを以下に示す。



(a) 変位制限構造に対して

(b) 落橋防止構造に対して

図-6.1.1 曲げおよびせん断に対する抵抗断面

6-1-4. PC鋼材の配置

横締めPC鋼材の配置は、変位制限構造や落橋防止構造などの取り合いを考慮して配置するものとする。

6-1-5. 曲げに対する設計

- (1) 設計荷重作用時の曲げ応力度の照査は、合成応力度（荷重による曲げ応力度＋有効プレストレス）が 2-4-3. コンクリートの許容応力度 に示す許容値内であることを確認するものとする。
- (2) 6-1-2. 設計断面力 で算出した曲げモーメントが、破壊抵抗曲げモーメント以下であることを照査することとする。
- (3) 地震時に対する曲げに対する照査において、横桁に作用する引張応力度が 3N/mm^2 以下の場合、道示Ⅲ4.2.3 およびⅢ6.5 の規定により引張鉄筋を配置するものとする。 3N/mm^2 を超える場合は、コンクリートの引張強度を無視して引張鉄筋量を算出するものとする。

6-1-6. せん断に対する照査

地震時におけるせん断力に対する照査は、道示Ⅲ4.3.3 の「せん断力が作用する方向の厚さが薄い部材」として扱い照査するものとする。

6-1-7. 押抜きせん断に対する照査

地震時に落橋防止構造や変位制限構造などの作用によって生じる押抜きせん断に対して安全性を確保するものとする。このとき、許容押抜きせん断応力度は割り増し係数 1.5 を考慮してよい。

6-2. 中間横桁の設計

6-2-1. 一般

- (1) 中間横桁は、主桁から伝達される力に対して設計するものとする。
- (2) 中間横桁は、PC構造として設計することを原則とする。

[解説]

- (1) 中間横桁は、4. 構造解析により算出した断面力を算出して設計する。
- (2) 主桁の横方向の一体化を図るため、横桁にはPC鋼材を配置する。設計荷重作用時のコンクリート応力度は、主桁と横桁部に開きが生じないように圧縮状態とする。

6-2-2. 有効断面

有効幅は、道示Ⅲ2.2.2 により算出するものとする。

6-2-3. 曲げに対する設計

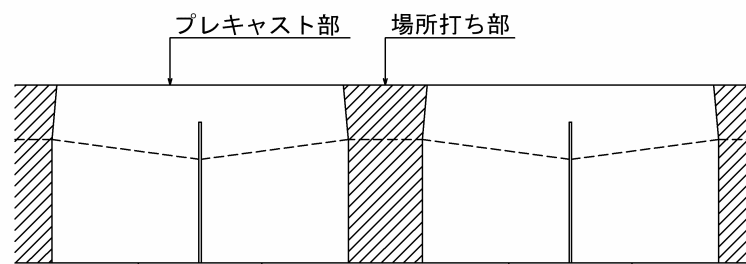
- (1) 設計荷重作用時の曲げ応力度の照査は、合成応力度（荷重による曲げ応力度+有効プレストレス）が 2-4-3. コンクリートの許容応力度 に示す許容値内であることを確認するものとする。
- (2) 終局荷重作用時の照査は、道示Ⅲ4.2.4によるものとする。

6-2-4. 構造細目

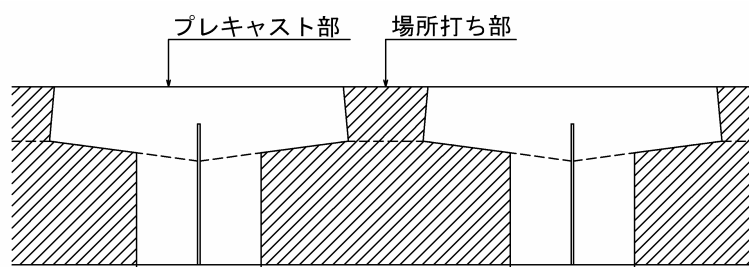
- (1) 中間横桁のプレキャスト部は、輸送条件、製作性、施工性を考慮して製作範囲を決定するものとする。
- (2) 中間横桁のプレキャスト部と鋼下フランジは、スタッドを設けてコンクリートと結合するものとする。
- (3) PC鋼材の定着位置は主桁外側の鋼ウェブとし、定着部は現場にて横桁ダイヤフラム部を施工するものとする。また、横桁ダイヤフラムはスラブアンカーなどにより、鋼部材と結合し剥落防止を図るものとする。
- (4) 横桁ダイヤフラムと鋼下フランジの接触面端部は、シーリング材などにより防水処理をするものとする。

[解説]

- (1) MDブリッジの中間横桁の主桁プレキャスト部は、現場での工期短縮および施工性を考慮して、図-6.2.1(a)に示すとおり、床版幅まで中間横桁を工場で製作する構造を標準としている。これは、図-6.2.2(b)に示すとおり、下フランジ幅までをプレキャスト部とした場合と比較して、工場製作において底枠が必要となるが大きくコスト増加にはならないので、図-6.2.1(a)を標準とした。ただし、輸送重量などの制限や現場での施工条件に合わせて、図-6.2.2(b)の構造としてもよい。



(a) プレキャスト部を床版幅までとした場合（標準）



(b) プレキャスト部を下フランジ幅までとした場合

図-6.2.1 中間横桁の主桁プレキャスト部の製作範囲

- (2) 主桁と中間横桁はプレストレスで一体化しており、必ずしもスタッドによる結合は不要であると考えられるが、現場にてプレストレスを導入するまでに、コンクリートと鋼部材が剥離しないようにするため、スタッドにて結合することとした。図-6.2.2に、スタッドの配置例を示す。

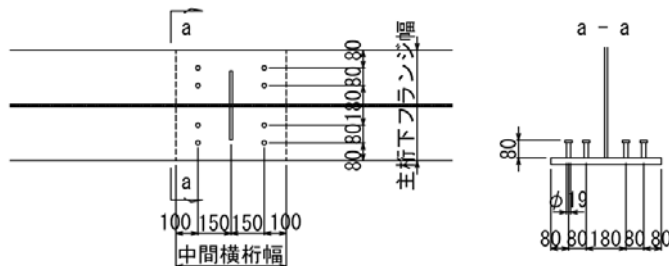


図-6.2.2 スタッド配置例

- (3) PCの定着位置は、図-6.2.3に示すとおり、主桁外側の鋼ウェブとし横桁ダイヤフラムのコンクリートを現場で施工することとした。これは、主桁内側の鋼ウェブはコンクリートを施工しており、プレストレス導入による鋼ウェブの変形を考慮しなくてもよいことと、外桁の中間横桁ダイヤフラムが鋼下フランジ幅内で施工が可能で、突出部材を最小限とすることで美観的にもよいと考えられるため、本構造を採用することとした。スラブアンカーは、図-6.2.4に示すとおり、コンクリートの剥落を防止するため、鋼下フランジと鋼ウェブに取り付けることとし、PC緊張作業の妨げとならないように現場にて折り曲げることが望ましい。

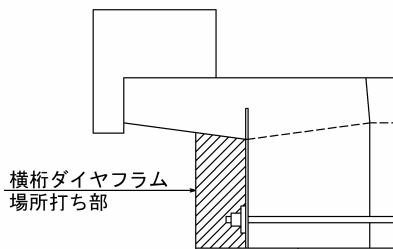


図-6.2.3 中間横桁のPC定着部の構造

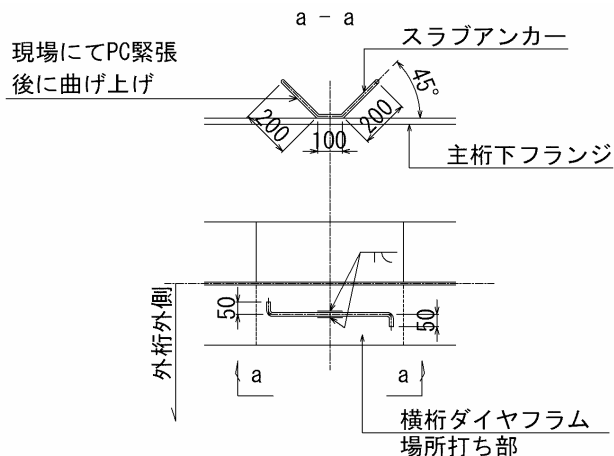


図-6.2.4 スラブアンカー

- (4) 横桁ダイヤフラムと鋼下フランジの接触部端部から水が浸透し、鋼材に錆びが発生すると、桁の健全性および景観などに悪影響を及ぼすため、**図-6.2.5**に示すとおり、シール材などにより適切に防水処理を行うこととした。端支点横桁も同様である。また、シール材はシリコーン系の材料を標準とし、適切に施工するものとする。

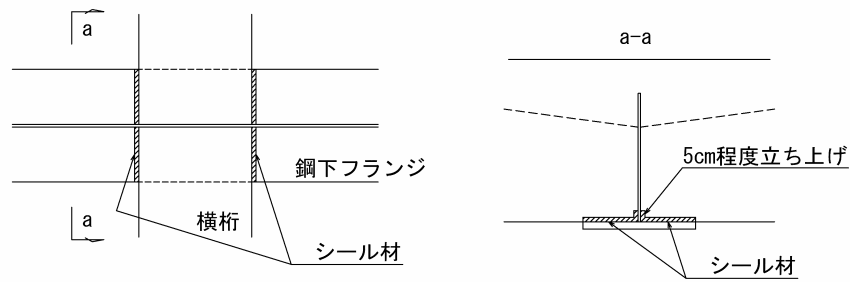


図-6.2.5 防水処理例（中間横桁）

7. 支承および付属物

7-1. 支承

7-1-1. 設計一般

- (1) 支承部は、道示 I 4.1, 道示 V15 および「道路橋支承便覧 (平成 16 年 4 月)」により設計するものとする。
- (2) 支承は、タイプ A ゴムパッド型ゴム支承を用いることを標準とし、落橋防止システムと補完しあって有効に機能する構造とする。

[解説]

- (2) MDブリッジは支点横桁として PC 横桁を用いており、桁下空間が狭く、維持管理上および耐震設計上有利な構造であるゴム支承を用いることとした。また、支間長が 50m 以下で、かつ橋台の拘束により桁に大きな振動が生じにくい場合が多いため、道示 V15.1 を準用し、落橋防止システムと補完しあって、慣性力に抵抗できるタイプ A ゴムパッド型ゴム支承を用いることを標準とした。ただし、連続桁とする場合などは、この限りではなく、道示 V のタイプ B の支承として設計する必要がある。

7-1-2. 移動量の計算

移動量の計算は、道示 I 4.1.3 により行うものとする。

[解説]


移動量の計算は、道示 I 4.1.3 および道路橋支承便覧 3.4.1 により行うものとし、以下の方針で算出することとする。

- 1) 温度変化による移動量の算出にあたっては、温度変化の範囲および線膨張係数は鋼橋の値を用いるものとする。MDブリッジは、一般の鋼橋と比較してコンクリート部材の割合が大きいが、安全側に設計するため鋼橋の値を用いることとした。
- 2) コンクリートの乾燥収縮およびクリープによる移動量は、コンクリートが鋼桁により拘束され移動量は微小のため考慮しないものとする。
- 3) けたの活荷重によって生じるたわみによる上部構造の移動量は、構造解析により求めた値を用いることを原則とするが、簡易計算で求める場合の桁の回転角 θ は $1/150$ とする。

7-2. 落橋防止システム

- (1) 落橋防止システムは、けたかかり長、落橋防止構造、変位制限構造、段差防止構造であるが、橋梁形式や橋梁規模あるいは橋全体系の挙動を考慮し、支承のタイプや地盤条件に応じて設置を検討するものとする。
- (2) けたかかり長は、道示 V16.2 による値を確保するものとする。
- (3) 落橋防止構造を設ける場合は、道示 V16.3 により設計を行うものとし、PC 鋼材による連結を標準とする。
- (4) 変位制限構造は、道示 V16.5 により設計を行うものとし、アンカーバーを標準とする。

[解説]

- (1) MDブリッジにおける落橋防止システムの選定フローを -7.2.1 に示す。段差防止構造は、支承高が低いこと、変位制限構造を設置することから別途設けないものとする。

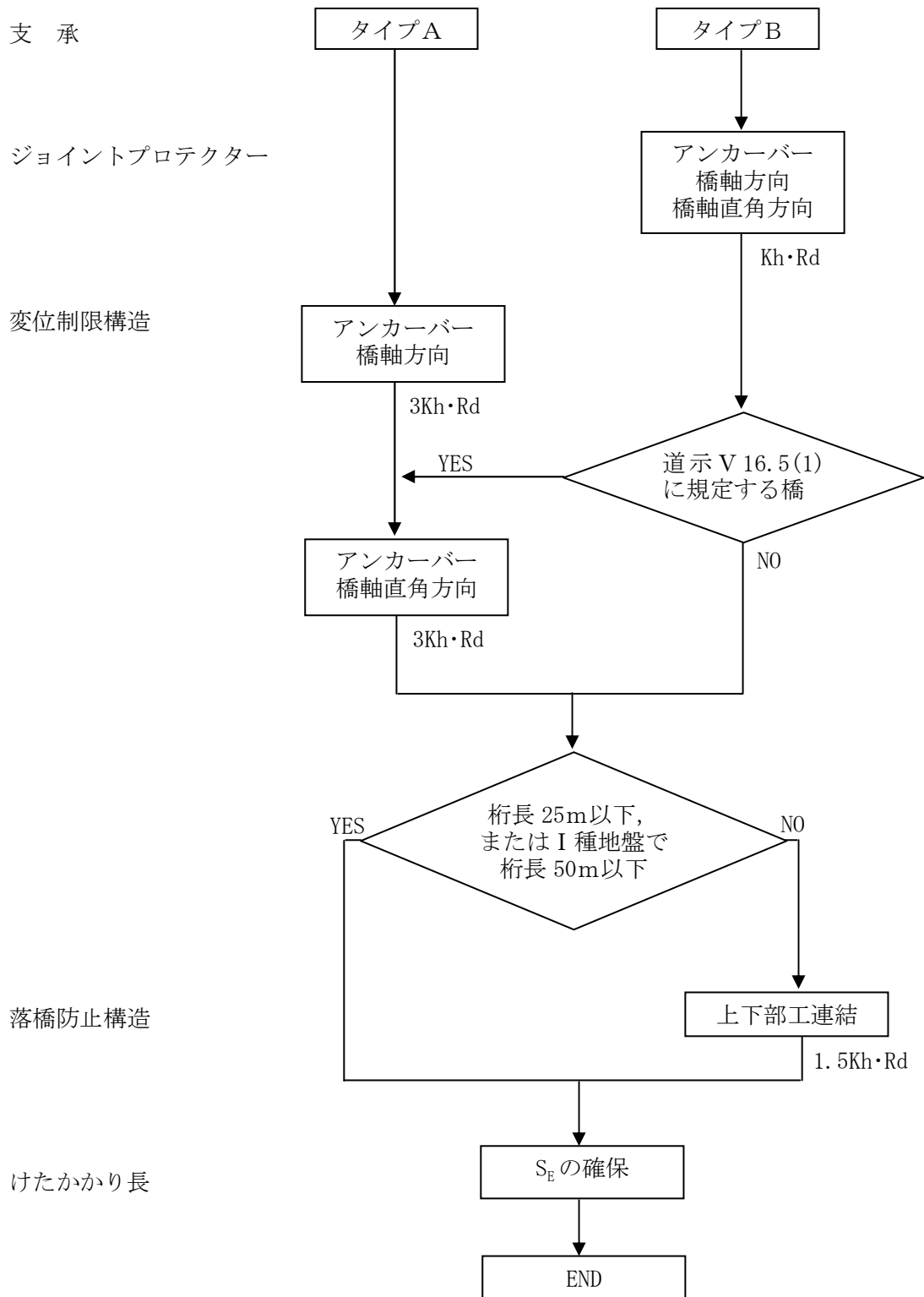


図-7.2.1 落橋防止システムの選定フロー

7-3. 伸縮装置

伸縮装置は取り付けに無理のない型式を選定するものとし、道示 I 4.2 および V 14.4.2 に従うものとする。

[解説]

伸縮量の計算は、7-1-2. 移動量の計算と同様に温度変化は鋼橋の値を用いるもの

とし、クリープ、乾燥収縮は考慮しないものとする。また、維持管理費をできるだけ削減するため、ゴムジョイントや簡単なノージョイント構造が望ましい。

7-4. 高欄

高欄および橋梁用防護柵は、道示 I 5.1 ならびに各機関の設計基準によって設計するものとする。また、形式の選定においては、性能、経済性、施工条件、美観および維持管理などを考慮するものとする。

7-5. 排水装置

排水装置は、道示 I 5.2 ならびに各機関の設計基準によって設計するものとする。

[解説]

MDブリッジは、中小支間の橋梁を対象としているため、特殊な線形でない限り支点付近に排水柵を設置すれば十分である。ただし、床版張出し長が短いため、多くはプレキャスト桁の床版コンクリートに排水柵を設置することになるので、曲げモーメントの大きい支間中央や桁現場継手部などは避けて設置するものとする。標準桁や設置方法は、標準桁図面を参考にされたい。

7-6. 防水工

床版には、防水層などを設けるものとする。

[解説]

道示 I 5.3 により、橋面防水を設置することとした。防水層の設計、施工に当たっては、「道路橋床版防水便覧（平成 19 年 3 月）」を参考にするのがよい。

7-7. 添架物

水道管、ガス管、ケーブルなどの添架物は、機能、美観、維持管理および橋梁本体への影響を考慮して設置するものとする。

[解説]

添架管については、維持管理や橋梁本体への影響を考慮して別橋とするのが望ましいが、やむを得ず主桁間に添架物などを設置する場合は、必要に応じて横桁に貫通孔を設け、落橋防止構造などとの干渉に注意する必要がある。

8. 防錆・防食

8-1. 鋼部材の防錆・防食

主桁鋼部材については、道示Ⅱ5.2ならびに「鋼道路橋塗装・防食便覧（平成17年12月）」に従って、適切な防錆・防食処理を施すこととする。また、MDブリッジの防錆・防食処理は、耐候性鋼材の使用、塗装、金属溶射を標準とする。

〔解説〕

MDブリッジの防錆・防食処理は、道示Ⅱ5.2ならびに「鋼道路橋塗装・防食便覧（平成17年12月）」に従って、現地の外的な環境条件や美観、維持管理上の要請などを考慮して、耐候性鋼材の使用、塗装、金属溶射から選定するものとした。溶融亜鉛メッキは、メッキ処理による鋼部材のひずみ、経済性などを考慮して選定からは除外した。

横桁ダイヤグラムと鋼下フランジの接触面端部は、6-2-4. 構造細目 に示すとおりシール材などにより防水処理をするものとする。

耐候性鋼材の使用については、一般の鋼橋における使用上の留意点のほかに、図-8.1.1に示すとおり、外桁の鋼下フランジ上に水が滞留しないように、端支点部および中間横桁のコンクリートは縦断勾配の高い側は外側のコンクリート勾配を設けるなどの対策をする方がよい。また、桁端部は通気性が悪く、防食上の弱点でもあり、図-8.1.2に示すとおり下フランジ下面およびコバ面を塗装するのがよい。

塗装は、C-5 塗装を標準とするが、経済性、維持管理などを考慮して重防食塗装の「トモリック（NETIS 登録番号 KK-050124）」を用いてもよい。また、塗装および金属溶射は、桁製作時の床版コンクリート施工および架設時の現場コンクリート施工による汚れに留意して施工する必要がある。

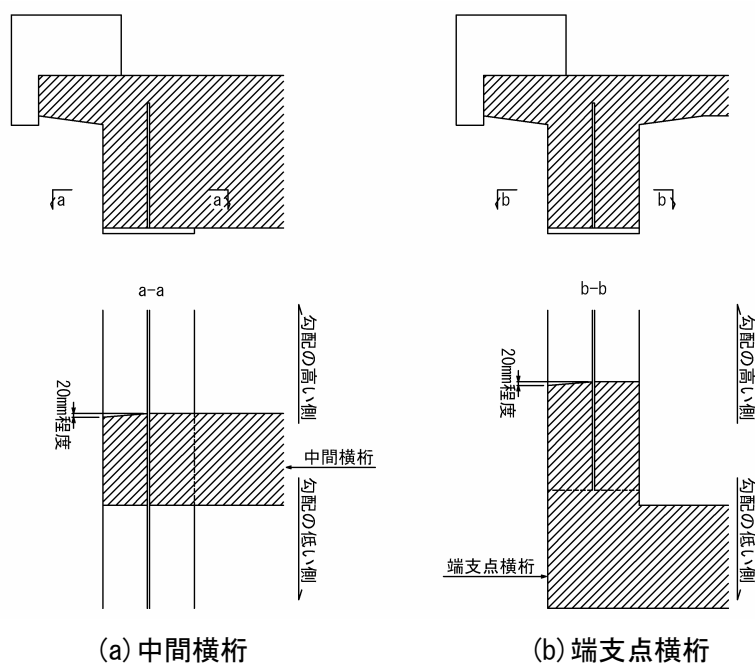


図-8.1.1 耐候性鋼材を使用した場合の水の滞留防止例

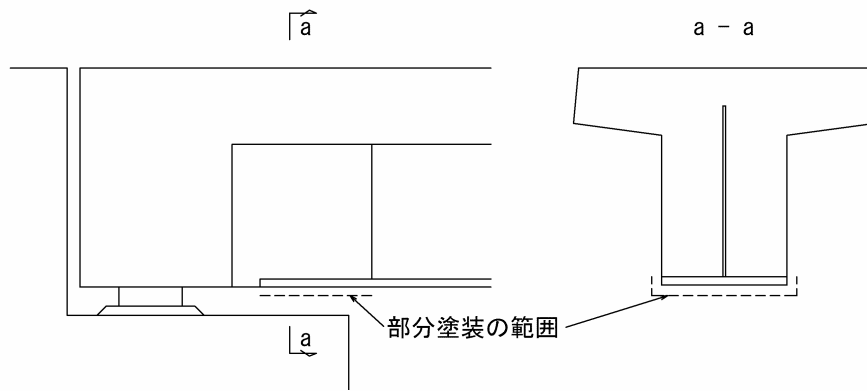


図-8.1.2 耐候性鋼材を使用した場合の桁端部の塗装範囲例

8-2. 鋼部材端部処理

主桁桁端部の接合部において、鋼部材とコンクリート部材の継ぎ目からの水分の浸入は、部材の劣化を促進させることになるため、接合面に対して防水処理を行うのが望ましい。

[解説]

MDブリッジの主桁桁端部は 5-1. 設計一般 に示すとおりRC構造で、鋼とコンクリートの合成構造と接合されている。この構造は、いわゆる鋼桁とPC桁の混合桁と同様な形式で、鋼部材とコンクリート部材との境界面を有している。この境界面から水分が浸入した場合、部材の劣化を促進させる可能性があるため、境界面の防水処理について記載した。防水処理方法は、「複合構造物の性能照査例」（土木学会）に記載されている図-8.2.1 に示す方法を参考とされたい。また、シール材はシリコン系の材料を標準とし、適切に施工するものとする。

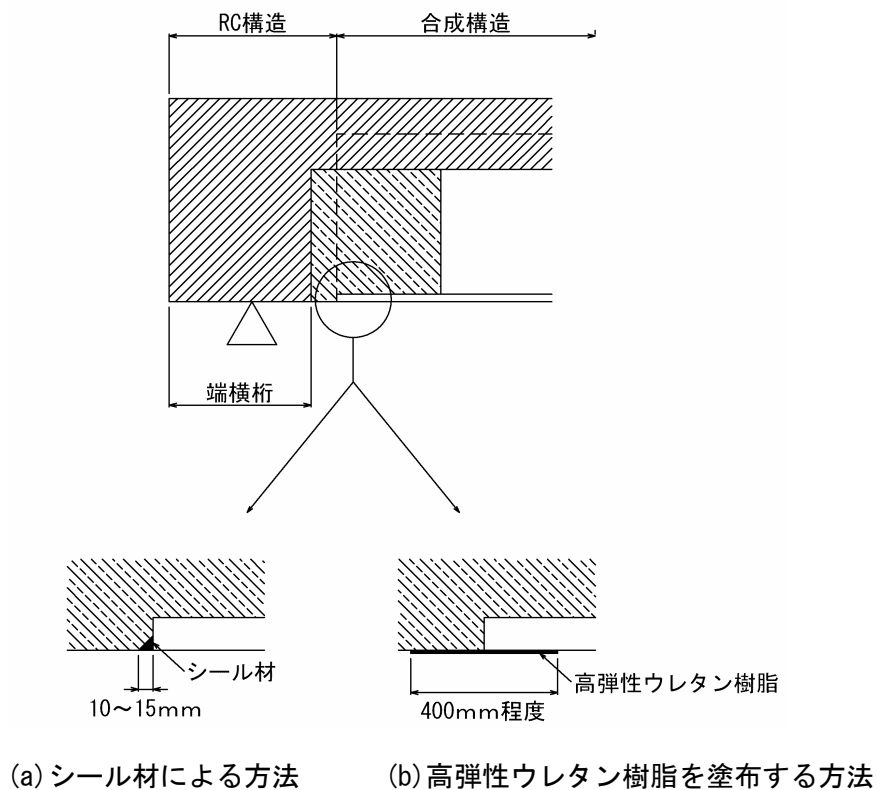


図-8.2.1 防水処理の施工方法例

9. 設計上の参考

9-1. 曲線の対応

9-1-1. 曲線半径が大きい場合

曲線半径が大きい場合はシフト量が小さいので、**図-9.1.1**の水切り幅の大ききさで対応する。ただし、PC鋼材および定着具のかぶりは確保する。

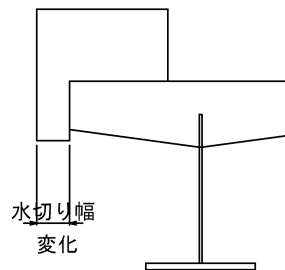


図-9.1.1 水切りによる調整

9-1-2. 曲線半径が小さい場合

曲線半径が小さい場合はシフト量が大きくなるので、**図-9.1.1**に示す対処方法では困難になる。この場合は、**図-9.1.2**に示すとおり、床版を張出すことにより調整する。ただし、この場合は十分な検討が必要である。また、**図-9.1.3**に示すようにデッドスペースを設けて対処する方法もある。

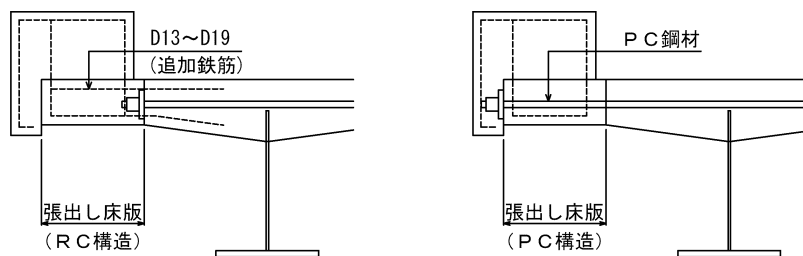


図-9.1.2 張出し床版による調整

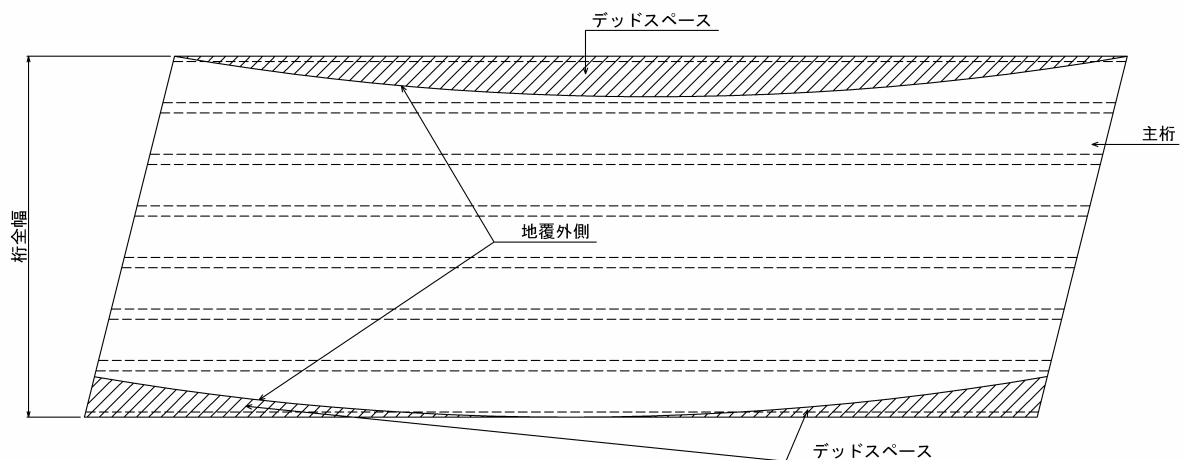


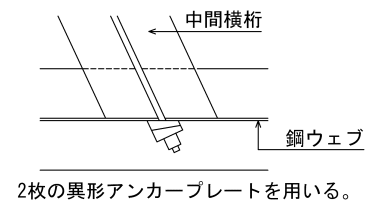
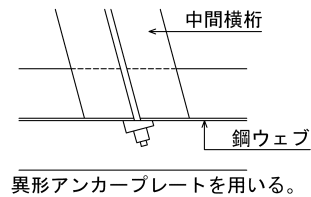
図-9.1.3 デッドスペースによる対処

9-2. 斜角の対応

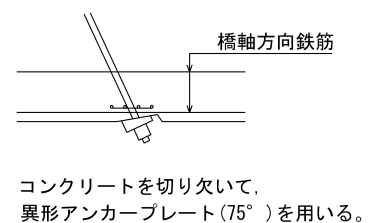
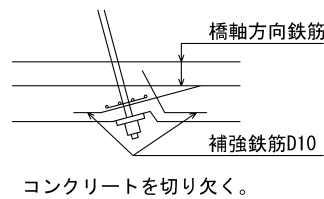
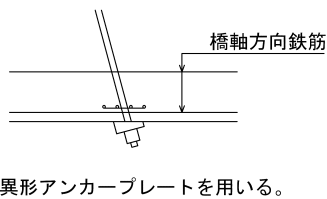
本マニュアル(案)による斜角の適用範囲は70°以上としていることから、格子構造理論により断面力を算出する際は主桁のねじり剛性を無視している。したがって、斜角70°未満の場合は、斜角の影響に対する適切な検討を行うこととする。斜角70°未満の場合では、ねじりの影響を考慮し、斜角45°未満では中間横桁は主桁に対して直角に設ける。

また、PC緊張方向と支圧面が斜角を有する場合、支圧面には水平分力が発生するため、施工上その対策をする必要がある。定着部の処理例を図-9.2.1に示す。床版コンクリートを切り欠く場合は、床版に配筋されている橋軸方向鉄筋を内側に移動させ、補強鉄筋を別途考慮する。

横桁



床版



(a) 斜角 90° ~ 75°

(b) 斜角 75° 未満

図-9.2.1 斜角に対する横締めPC鋼材定着部処理の一例

9-3. 勾配の対応

9-3-1. 縦断勾配

縦断勾配のある場合は、支承部の桁底面を水平に保つ必要がある。その対処方法の一例として、図-9.3.1に示すとおりレヤーをつける方法がある。ただし、主桁縦断勾配が3%以内でAタイプゴム支承を使用する場合は、沓座モルタル厚を変化させて対処してもよい。

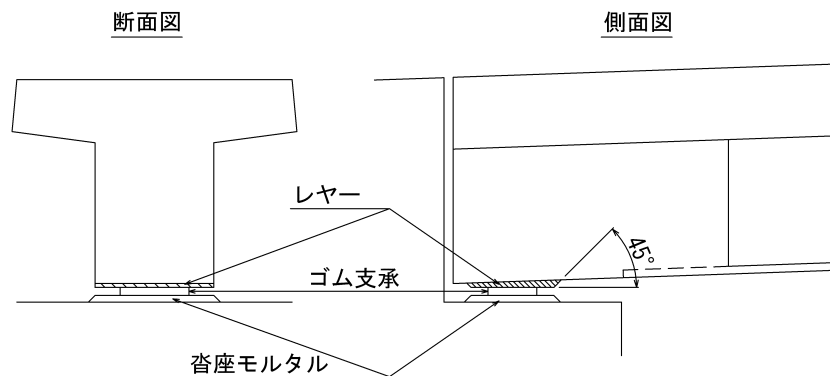


図-9.3.1 縦断勾配の対処方法

9-3-2. 横断勾配

主桁は、横断勾配に関係なく鉛直に据え付ける。下部工天端は4%まで傾斜させ、沓座モルタル面を水平に施工する。主桁の横断勾配の調整は、次のような方法で対処する。その際、埋め込み横締めシースの勾配も考慮しなければならない。

(1) 横断勾配が4%までの場合

- 1) 舗装及び調整コンクリートで調整する。
- 2) 主桁床版コンクリートを横断方向に4%まで余盛りして主桁を製作する。

(2) 横断勾配が4%を超える場合

主桁床版コンクリートを横断方向に4%まで余盛りした残りの勾配に対して、舗装厚さまたは調整コンクリートで調整する。

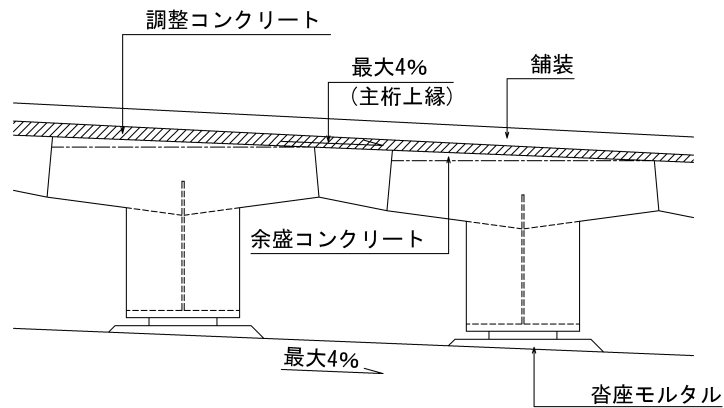


図-9.3.2 横断勾配の対処方法

III 製造編

目 次

Ⅲ 製造編

	Page
1. 一般	Ⅲ- 1
2. 製造	Ⅲ- 2
2-1. 鋼部材の製作	Ⅲ- 2
2-2. コンクリート部材の製作	Ⅲ- 3
3. 検査	Ⅲ- 8
3-1. 検査項目	Ⅲ- 8
3-2. 外観	Ⅲ- 8
3-3. 形状・寸法	Ⅲ- 8
3-4. 圧縮強度試験	Ⅲ- 9
4. 出荷・輸送	Ⅲ-10
4-1. 出荷	Ⅲ-10
4-2. 輸送	Ⅲ-10

1. 一般

MDブリッジの製造にあたっては、設計で意図された構造物の安全性、耐久性および諸条件を満足しなければならない。

[解説]

製造は、道示Ⅱ17 および道示Ⅲ19 の各規定に準拠するものとする。MDブリッジの一般的な製造の手順を図-1.1.1 に示す。

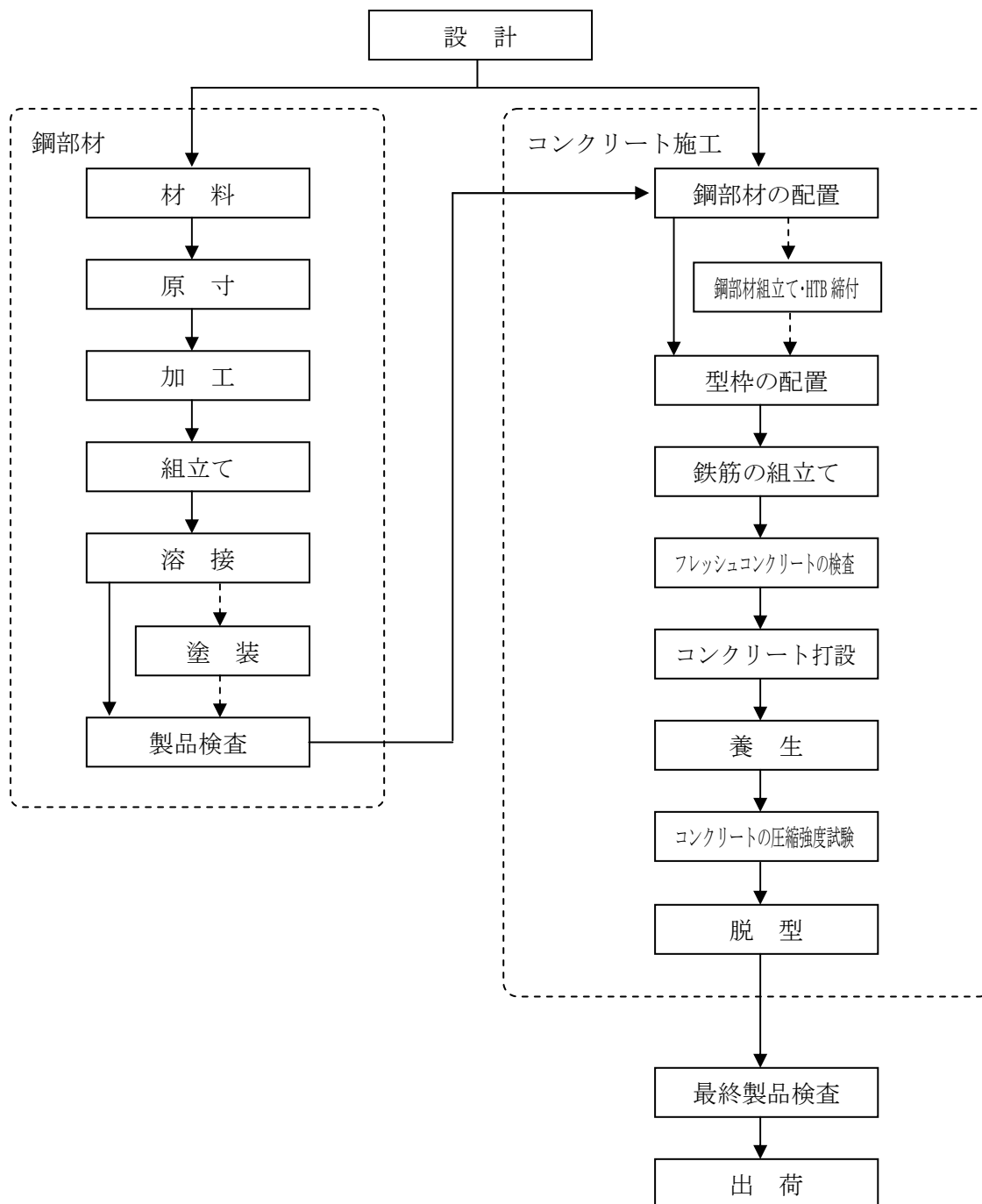


図-1.1.1 製造の手順

2. 製造

2-1. 鋼部材の製作

2-1-1. 鋼材・加工・溶接

- (1) 鋼材は、道示Ⅱ17.2の規定に従って要求性能を満足していることを確認するものとする。
 (2) 鋼材の加工は、道示Ⅱ17.3.1の規定に従うものとする。
 (3) 鋼材の溶接は、道示Ⅱ17.4の規定に従うものとする。

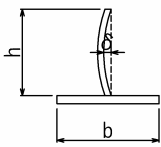
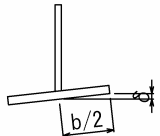
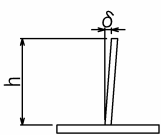
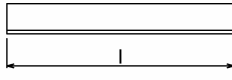
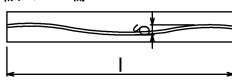
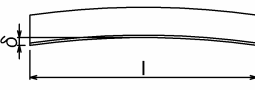
[解説]

MDブリッジの鋼部材の鋼材・加工・溶接については、一般の鋼橋と変わるものではないため、道示Ⅱ17によることとした。なお、工場製造段階で高力ボルトの施工が必要な場合は、道示Ⅱ17.5の規定に従うものとする。

2-1-2. 精度管理

MDブリッジの鋼桁は仮組立を行わない。したがって、MDブリッジの鋼桁の精度管理は、部材の精度管理を行うものとする。部材精度は表-2.1.1を標準とする。

表-2.1.1 部材精度

測定項目	許容誤差 (mm)	測定方法	測定箇所または個数
フランジ幅 b (m) 腹板高 h (m)	$\pm 2 \cdots \cdots b \leq 0.5$ $\pm 3 \cdots \cdots 0.5 < b \leq 1.0$ $\pm 4 \cdots \cdots 1.0 < b \leq 2.0$ $\pm (3+b/2) \cdots \cdots 2.0 < b$ b は、 b, h を代表したものである		部材端および部材の中央付近
腹板の平面度 δ (mm)	$h/250$		
フランジの直角度 δ (mm)	$b/200$		
主桁の鉛直度 δ (mm)	$2+h/1000$		部材端
部材長 l (m)	$\pm 3 \cdots \cdots l \leq 10$ $\pm 4 \cdots \cdots l > 10$		
腹板の通り δ (mm)	$5 + l / 10$	腹板の上端 	全数
主桁のそり δ (mm)	$-5 \sim +5$		

[解説]

MDブリッジの鋼桁は、一般の鋼橋と比較して単純な構造であり組立精度を確保することは比較的容易であることから、仮組立を行わないこととした。部材精度は、道示Ⅱ17.3.2、17.3.3に準拠しているが、床版コンクリートの施工性を考慮して、主桁の鉛直度と腹板の通りの許容誤差は、道示より小さい値としている。

2-1-3. 防錆・防食

防錆・防食に関する作業および検査は、「鋼道路橋塗装・防食便覧（平成17年12月）」の規準に従うものとする。

[解説]

工事毎に別途塗装要領などがある場合は、それに従うが、特に指定が無い場合は鋼道路橋塗装・防食便覧に従うものとする。

2-1-4. 検査・記録

MDブリッジの鋼桁製作の検査および記録は次のものを標準とする。

(1) 検査

1) 材料検査

- ・ミルシートと原板照合

2) 鋼桁検査

- ・2-1-2. 精度管理 による部材測定
- ・溶接検査
- ・塗装検査（塗装，金属溶射の場合）

(2) 記録

1) 受検材料表（ミルシート）

2) 鋼桁検査成績書（部材精度，溶接，塗装）

3) 製作過程，鋼桁検査写真

2-2. コンクリート部材の製作

2-2-1. 鉄筋・シース配置

(1) 鉄筋の加工及び配筋は、道示Ⅲ19.7の規定に従うものとする。

(2) シースは、コンクリートの打込みや、締固め振動機による振動のため、動かないように堅固に保持しなければならない。

[解説]

(1) 配筋の許容誤差は、表-2.2.1による。配筋の測定は、JIS A 5373の9.3配筋の測定c)打設前配筋による測定方法による。測定サンプル数は、一組の主桁から2本の主桁を抜取って行う。なお、一組の本数は、原則として同一種類の200本とする。ただし、購入者から要求がある場合は、一物件の橋げたから1本の橋げたを抜取って行う。

表-2.2.1 配筋の許容誤差 (単位：mm)

項 目		許容差
鉄 筋	かぶり	0～+10
	鉄筋間隔	±20

かぶりの確保において、スペーサーを用いる場合は、製品の耐久性及び外観を考慮してスペーサーの材質及び使用方法を定める。

- (2) シースの配置の許容誤差は、表-2.2.2による。

表-2.2.2 シース配置の許容誤差

項 目		許容誤差
シース中心と部材縁との距離	主要な設計断面の両側 L/10の範囲 (L:支間)	設計寸法の±5%又は±5mmのうち小さい方の値
	その他の範囲	設計寸法の±5%又は±30mmのうち小さい方の値。 ただし、最小かぶりは確保するものとする。

注) 道示Ⅲ 表一解 19.8.1による。

2-2-2. 型枠

- (1) 型枠の構造は、道示Ⅲ19.11の規定に従うものとする。
 (2) 型枠は、鋼部材の製作そりに合わせて組立てる。

[解説]

- (1) 型枠は、金属製、木製、合成樹脂製などを用いて、所定の形状と寸法精度を確保し、振動締固めに十分耐え、継目からコンクリートが漏れないようにしなければならない。
 また、コンクリートの面取りは、主桁下縁側面とし、特に指定のないかぎり、C10（角面取り）程度とする。
- (2) 鋼部材には、主桁が、死荷重、コンクリートの乾燥収縮度、クリープ等によるたわみに対して、路面が所定の高さになるように製作そりが設けてあり、型枠はそれに合わせて組立てる。
 コンクリート打設前の型枠は清掃し、脱型を容易にするため、適切な離型剤を塗布する。離型剤は、製品の外観及びコンクリートの品質に悪影響を及ぼさない材質のものを用い、型枠表面に過度にならないよう塗布しなければならない。

2-2-3. コンクリートの製造

- (1) コンクリートの品質や配合は、道示Ⅲ19.4.2の規定に従うものとする。
- (2) セメント、骨材、水及び混和材料の計量は、別々の計量器によって質量計量できる構造とする。
- (3) 材料の投入順序及び練混ぜ量は、材料の種類により相違することから、工場毎に定めてよい。
- (4) コンクリートの打込みや締固めは、道示Ⅲ19.6の規定に従うものとする。
- (5) コンクリートの養生は、道示Ⅲ19.6の規定に従うものとする。
- (6) 型枠の脱型時期は、コンクリートの圧縮強度が 14N/mm^2 以上になった時に行い、製品に有害なひび割れ、変形、欠けなどが生じないようにしなければならない。

[解説]

- (1) フレッシュなコンクリートに含まれる塩化物イオン量は、 0.30kg/m^3 以下でなければならない。コンクリートは、材齢 28 日の圧縮強度が 60N/mm^2 以上のもので、耐久性に富み、品質のばらつきの少ないものでなければならない。

コンクリートの配合は、所要の強度及び耐久性を考慮し、水セメント比は、45%以下とし、単位水量が小さくなるように定めなければならない。また、空気量は、凍害を受けるおそれのある場合には、 $4.5 \pm 1.5(\%)$ を標準とする。

圧縮強度のばらつきは、工場の管理状態が影響するため、各々の工場に適した割増係数を定め、W/C を決定することが必要である。なお、粗骨材の最大寸法は 20mm とする。

- (2) セメント、骨材、水及び混和材料の計量は、別々の計量器によって質量計量できる構造とする。ただし、水及び液状の混和剤は、容積で計量してもよい。また、水は、事前に計量してある混和剤と一緒に累加計量してもよい。

材料の計量精度を、表-2.2.3 に示す。

表-2.2.3 材料の計量精度

材料の種類	1回計量分量の計量精度(%)
セメント	±1
骨材	±3
水	±1
混和材	±2
混和剤	±3

※高炉スラグ微粉末は±1%

- (3) 練混ぜ時間は、JIS A 1119 に定める練混ぜ性能試験などを実施し、工場毎に決定する。
- (4) コンクリートの打込みは、鋼材、附属物の移動及び材料分離が生じないように留意する。締固めは、型枠にフレッシュコンクリートを投入中又は投入後、振動機を用いて、材料分離による不具合が生じないように行う。バケット方式によるコンクリートの打込みで作業の中断を行う場合、コンクリートの練置き時間は、事前にスランプロス試験などで確認し、工場毎に決定する。一方、アジテート方式による場合は混練ぜを開始してから 1.5 時間以

内を標準とする。

- (5) コンクリートの打込み後は、十分な湿気を与えて養生をする。製品の養生方法及び期間は、脱型時の有害なひび割れ、はく離、変形などがなく、かつ所定材齢及び長期材齢に対して品質に満足な結果が得られる方法で行う。

2-2-4. コンクリートの圧縮強度試験

- (1) 供試体は、直径 10cm、高さ 20cm の円柱形のを標準とする。
- (2) 製品のコンクリートの品質は、製品と同一養生の供試体の圧縮強度によって、管理する。

[解説]

- (1) 製品の圧縮強度の管理は、同一配合毎に、製品と同一養生を行う。種類は、脱型・切離し強度、出荷強度、品質保証強度とする。なお、品質保証強度に対する管理は、現場封かん養生がよい。現場封かん養生とは、コンクリート温度が気温の変化に追従し、かつコンクリートからの水分の逸散がない状態で行うコンクリート供試体の養生方法をいう。

2-2-5. 移動・仮置き

- (1) 製品は、ウェブが鋼部材で上フランジがコンクリート部材であり、重心が高く転倒の危険性があるので十分な転倒防止策を講じなければならない。
- (2) 吊り金具の材料は、PC鋼材などを用いるものとする
- (3) 主桁の輸送時の支持点は、桁端から 0.05L (L：桁長) の距離を標準とする。

[解説]

- (1) 仮置き時の転倒防止の例を図-2.2.1 に示す。

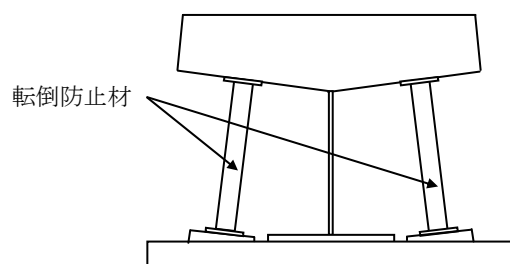


図-2.2.1 仮置き時の転倒防止(例)

- (2) 吊り位置における吊りワイヤーの仰角は、**図-2.2.2**に示すように $60^\circ \sim 90^\circ$ とし、吊り金具を取付ける位置は、桁端から $0.1L$ (L : 桁長) 以内とする。**図-2.2.2**に示す吊り金具の埋込み長 (PC鋼より線) の算出式を下記に示す。

$$L > T / \tau_{0a} \cdot U$$

ここに、 L : 埋込み長 (cm)

T : 張力 (kN)

$$T = \text{自重} \times 1 / \sin \theta \times 1 / 2 \text{ (2点吊り)}$$

U : PC鋼より線の周長 (cm)

τ_{0a} : PC鋼より線とコンクリート間の
付着応力度 ($1.0\text{N}/\text{mm}^2$)

ただし、 $T < A_p \cdot \sigma_{pa}$

A_p : PC鋼より線の断面積 (cm^2)

σ_{pa} : PC鋼より線の許容引張応力度



図-2.2.2 吊りワイヤー仰角

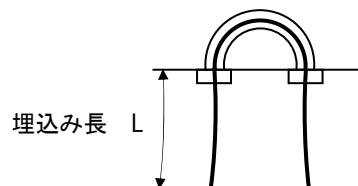


図-2.2.3 吊り金具 (PC鋼より線)

3. 検査

3-1. 検査項目

供給者が品質保証のために実施する製品検査は、表-3.1.1の項目について行うものとする。

表-3.1.1 検査項目と品質判定基準

検査項目	品質判定基準
外 観	3-2. 外観 による
性 能	3-4. 圧縮強度試験 による
形状・寸法	3-3. 形状・寸法 による

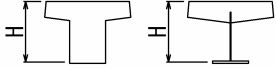
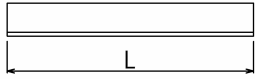
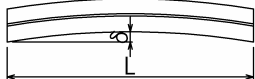
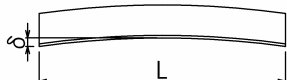
3-2. 外観

- (1) 主桁は、外観がよく、使用上有害な傷、ひび割れ、ねじれなどの欠陥があってはならない。なお、外観の検査は全数について行うものとする。
- (2) 受渡当事者間の協議によって、主桁として性能を損なわない範囲で必要な付属物を設けたり、加工することができるものとする。

3-3. 形状・寸法

主桁の寸法許容値は表-3.3.1によるものとする。

表-3.3.1 寸法の許容値

測定項目	許容誤差(mm)	測定方法	測定箇所または個数
断面の外形寸法	±5	床版厚および幅 中間横桁幅 桁端部下面幅	部材端および部材 の中央付近 中間横桁
高さH(mm)	±5		部材端および部材 の中央付近
全長L(m)	±10		全数
主桁の通り δ (mm)	5+L/5		
主桁のそり δ (mm)	-5~+5 . . . L ≤ 20 -5~+10 . . . L > 20		

3-4. 圧縮強度試験

- (1) 主桁は、圧縮強度試験を行い、品質保証の圧縮強度が材齢 28 日で 60N/mm^2 以上でなければならない。
- (2) コンクリートの圧縮強度は、製品と同一養生を行った供試体の圧縮強度又はその他適切な方法によって管理した圧縮強度で検証し、所定の養生完了後実施するものとする。

4. 出荷・輸送

4-1. 出荷

- (1) 出荷は、製品と同一養生した供試体のコンクリートの圧縮強度が 60N/mm² 以上に達した製品とする。
- (2) 保管中に発生した不良品は、出荷検査によって取り除かれなければならない。
- (3) 出荷時は、製品に害を与えない方法で取り扱わなければならない。

4-2. 輸送

主桁の輸送に際しては、事前に当該地域の道路などの輸送事情を検討し、関連法令などに十分配慮する必要がある。

[解説]

輸送に関する各法令における制限値を表-4.2.1 に示す。

表 4.2.1 各法令の制限値

	車両制限令の一般的基準		道路運送車両の 保安基準	道路交通法 による基準
	高速自動車道 以外の道路	高速自動車道 及び指定道路		
根拠法	道路法		道路運送車両法	道路交通法
所管官庁	国土交通省		国土交通省	警察庁
幅	車両の幅（積載物を含む）2.5m 以下		自動車の幅（積載物は含まず）2.5m 以下	積載物は自動車の左右にはみ出してはならない
高さ	車両の高さ（積載物を含む）3.8m 以下		自動車の高さ（積載物を含まず）3.8m 以下	積載物の高さ+荷台の高さ 3.8m 以下
長さ	車両の長さ（積載物を含む）は 12m 以下	同左 連結車について、車種積載条件に応じて、特例あり セミトレーラ 16.5m 以下 フルトレーラ 18m 以下	自動車の長さ（積載物を含まず）12m 以下	積載物のはみ出しは自動車の前後に自動車の長さ×0.1 以下。また牽引する自動車+被牽引車両は 25m 以下
重量	総重量 20t 以下 連結車は車種を限定し最遠軸距に応じ特例あり、最大 27t	総重量 軸距及び長さに応じて最大 25t 連結車は車種を限定し最遠軸距に応じ特例あり、最大 36t	総重量自重+最大定員の体重（一人当たり 55 kg）+貨物の最大積載量が、軸距、車長に応じて 20~25t	貨物の最大積載量は、保安基準に準拠（車検証の記載値）

IV 施工編

目 次

IV 施工編

	Page
1. 一般	IV- 1
2. 測量及び支承工	IV- 2
2-1. 測量	IV- 2
2-2. 支承工	IV- 2
3. 主桁接合工	IV- 3
3-1. 一般	IV- 3
3-2. セグメント取卸し・組立	IV- 3
3-3. 鋼桁の連結	IV- 4
4. 架設工	IV- 5
4-1. 一般	IV- 5
4-2. 架設精度	IV- 5
5. 横組み工	IV- 6
5-1. 横締めP C鋼材・定着具の組立て	IV- 6
5-2. 桁間の型枠	IV- 6
5-3. 作業用足場	IV- 7
5-4. コンクリート工	IV- 7
5-5. 横締め緊張工	IV- 7
5-6. グラウト工	IV- 7
6. 橋面工	IV- 8

1. 一般

MDブリッジの施工にあたっては、設計で意図された構造物の安全性、耐久性および諸条件を満足しなければならない。また、施工の安全を確保するため、関連する各種法令、規則など遵守するものとする。

[解説]

施工は、道示Ⅱ17 および道示Ⅲ19 の各規定に準拠するものとする。MDブリッジの一般的な施工の手順を図-1.1.1 に示す。また、施工の安全の確保にあたっては、「土木工事安全施工技術指針」や「鋼道路橋施工便覧」などを参考とされたい。

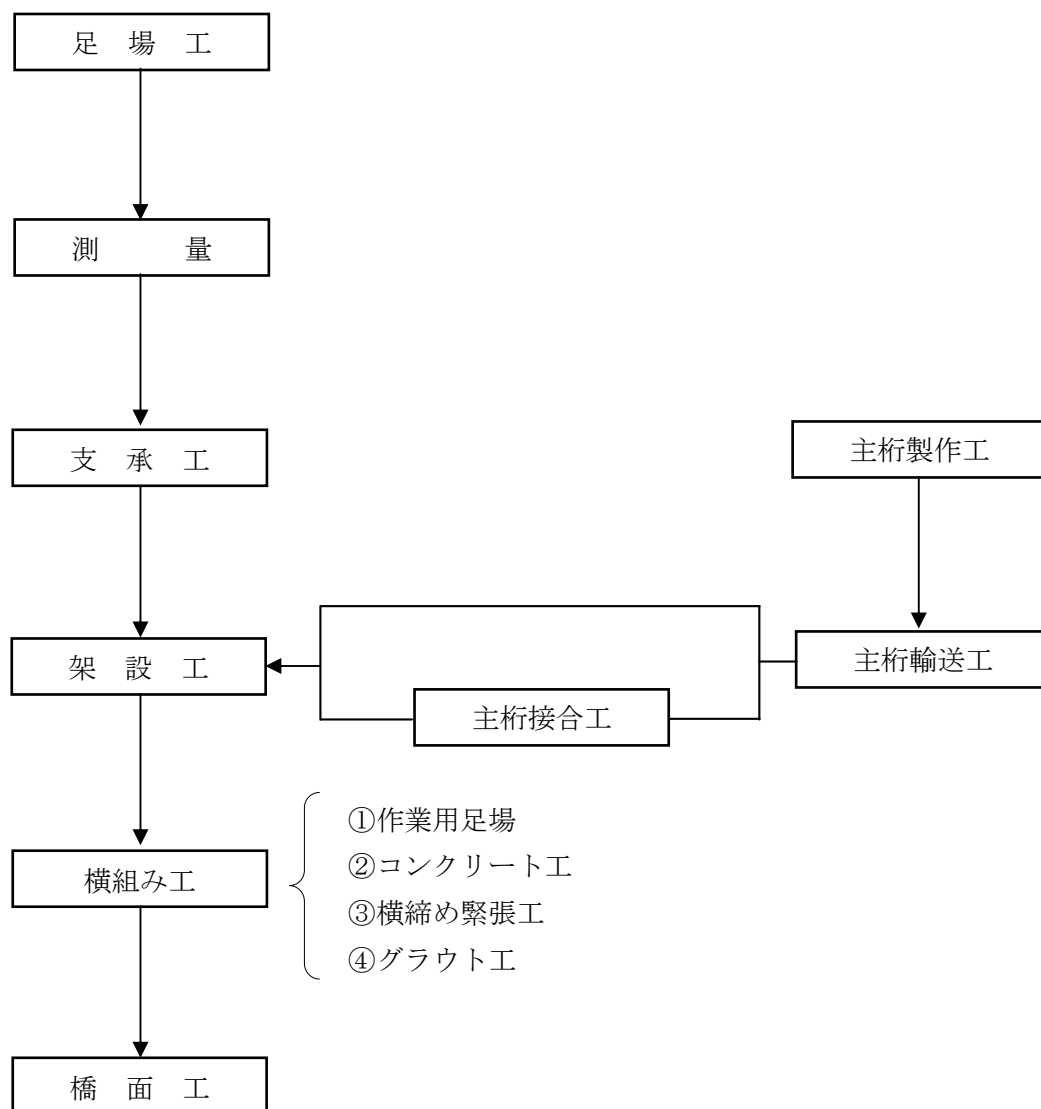


図 1.1.1 施工手順

2. 測量及び支承工

2-1. 測量

測量は、下部工の出来形を確認するとともに、主桁配置の寸法を橋座面に位置出しを行う。

[解説]

可動側および固定側を設計図と照合し、アンカー孔の確認を行う。

2-2. 支承工

- (1) 支承工は、道路橋支承便覧（日本道路協会）に従うものとする。
- (2) 主桁の縦断勾配が3.0%以下の場合は、ゴム支承を主桁に平行に据付けてもよい。
- (3) 主桁の架設の前に沓座モルタルの施工および支承の据付けを行う。
- (4) 沓座は、橋座面をチップングし、清掃後型枠を組立て無収縮モルタルを打設する。仕上面は、金ゴテ仕上げとし、支承と接する面は、平滑に仕上げる。
- (5) 測量結果より、主桁位置の寸法墨に合わせゴム沓を沓座モルタル上に配置する。
- (6) アンカータイプの変位制限装置は、主桁架設後に下部工の箱抜アンカー孔に無収縮モルタルを充填し、アンカーバーを差込み固定する。

[解説]

- (2) この場合、沓座モルタルは、縦断勾配に合わせて施工しなければならない。
- (5) ゴム支承の据付け精度は、道路橋支承便覧（日本道路協会）に従い、表-2.2.1による。

表-2.2.1 ゴム支承の据付け精度

検査項目		規格値
据付高さ		±5mm
可動支承の移動可能量		設計移動量+10mm 以上
可動支承の橋軸方向のずれ 同一支承線上の相対誤差		5mm
支承中心間隔（橋軸直角方向）		±5mm
水平度	橋軸方向	1/300 注)
	橋軸直角方向	
可動支承の機能確認		温度変化に伴う移動量計算値の 1/2 以上

注) 水平の平面寸法が 300mm 以下の場合は、水平面の高低差を 1mm 以下とする。
なお、支承を勾配なりに据付ける場合を除く。

3. 主桁接合工

3-1. 一般

輸送上の制約から、主桁をセグメントに分割して現地に輸送した場合に適用する。

[解説]

主桁製作の標準的な考え方は、橋梁支間が 20m を超える場合、主桁をセグメントに分割することとしている。工場から現場にセグメントを輸送後、トラッククレーン等により接合ベースに取卸し、芯合せ・高さ調整を行う。その後、接合部では、鋼桁部を高力ボルトで接合後、架設する。一般的な作業手順を図-3.1.1 に示す。

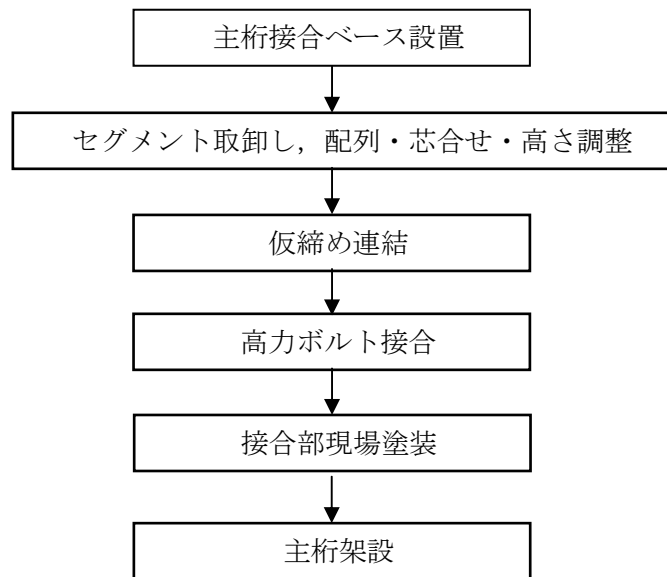


図-3.1.1 セグメントの組立

3-2. セグメント取卸し・組立

- (1) 現場に搬入したセグメントをトラッククレーン等にて、主桁接合ベースに取卸す。
- (2) ジャッキ等を用い、各セグメントの芯合せ・高さ調整を行う。
- (3) 仮締めボルト、ドリフトピンを使用し、所定の形状となるよう連結する。
- (4) 仮締めボルトとドリフトピンの合計は、その箇所連結ボルト数の 1/3 以上を使用する。さらにそのうちの 1/3 以上をドリフトピンとする。

[解説]

- (1) 取卸し時には部材に損傷を与えないよう、慎重に作業を行う。同時に輸送時の損傷の有無を確認すること。
- (2) 組立ては、沈下のおそれのない確実な基礎を持つ支持架台の上で行う。部材の接合面は輸送および仮置き中に汚損されている場合が多いので、組立てに先立ち清掃する。
- (3) 組立て完了後、本締め作業に先立ってキャンバー・肌隙の確認を行い、数値が許容値内に収まっていることを確認すること。

3-3. 鋼桁の連結

接合部において、各セグメントのウェブと下フランジを摩擦接合用高力ボルトで締め、連結する。

[解説]

摩擦接合用高力ボルトの施工手順、締付け方法、締付け検査、留意事項については、「鋼道路橋施工便覧」（日本道路協会）を参照するのが良い。

3-4. 現場塗装

鋼桁部の防錆が塗装仕様である場合、高力ボルト接合部は現場塗装を行う。現場塗装に関する作業および検査は、「鋼道路橋塗装・防食便覧（平成 17 年 12 月）」の規準に従うものとする。

[解説]

現場塗装で使用する塗料は、工場塗装部との色調差を極力なくするために、同じ塗料メーカーのものを使用するのが望ましい。

4. 架設工

4-1. 一般

工場より輸送した主桁，もしくは現場でセグメントを接合した主桁をトラッククレーンにて，吊り上げ，架設を行う。

[解説]

トラッククレーン架設は，架設する部材重量，作業半径，吊上げ高さ，および架設地点の立地条件を考慮し，架設機械の選定を行う。作業ヤードの地形，上空の障害物など基本計画時に仮定した条件と変わっていることが多いので，現状の把握が重要である。

支間が短い場合は，桁を橋台間に直接架設することが可能であるが，支間が長い場合やセグメントを接合した1本の主桁をトラッククレーンで架設できない場合は，架設地点にベントを組立て，ベント上で主桁のセグメントを接合する。

架設用吊り金具切断後の跡埋め処理には，膨張コンクリートまたはセメント系無収縮モルタルを用いる。

4-2. 架設精度

架設精度は，道示Ⅱ17.3.3組立精度または発注者の出来形管理基準及び規格値に従うものとする。

[解説]

架設精度は，後工程の施工精度に影響を及ぼすだけでなく，完成時の安全性にも係わる重要な基準である。よって，発注者側にて出来形管理基準及び規格値が決められているのが殆どである。本マニュアルでは，参考として国土交通省の基準を掲載する。

架設精度の改善を図るためには，出来形基準値よりも小さい数値を管理目標値に設定する，架設途中の出来形管理を行い，誤差の蓄積を予防するための施工法の検討を行う，などの配慮が必要である。

表-2.2.2 架設桁の組立精度

測定項目	測定基準	規格値
全長・支間	各桁毎に全数測定	±(20+L/5)mm
通り	各桁毎に全数測定	±(10+L/5)mm
そり(支点支持時)	主桁、主構を全数測定	±(25+L/2)mm
主桁の中心間距離	支点部及び支間中央部について測定する	±4mm
主桁の橋端における出入差	どちらか一方の主桁間を測定	10mm
現場継ぎ手部の隙間	主桁の全継手数の1/2を測定	±5mm

国土交通省 土木工事共通仕様書 出来形管理基準及び規格値より

(注) L: 主桁の支間長(m)

5. 横組み工

5-1. 横締めP C鋼材・定着具の組立て

主桁架設完了後に横締めシースを取付け、その後P C鋼材を挿入し定着具を組立てる。シースは、コンクリート打設時に脱落やコンクリートの侵入により、閉塞のないように取付けを行わなければならない。

[解説]

シースは、金属シースを用いる場合と非鉄シースを用いる場合がある。桁間のシースの取付けは、先付する場合と後付する場合がある。図-5.1.1に桁間のシースの配置例を示す。

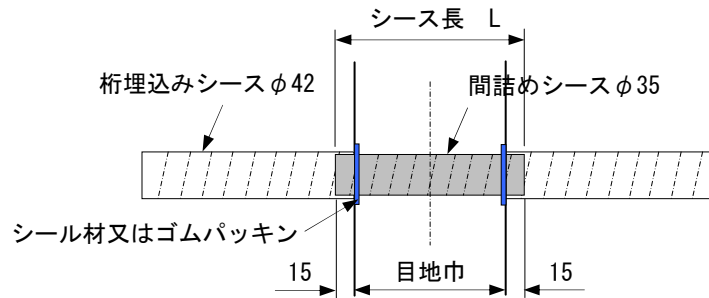


図-5.1.1 桁間のシースの設置例

5-2. 桁間の型枠

桁間の型枠は、図-5.1.2のように取り付ける。

[解説]

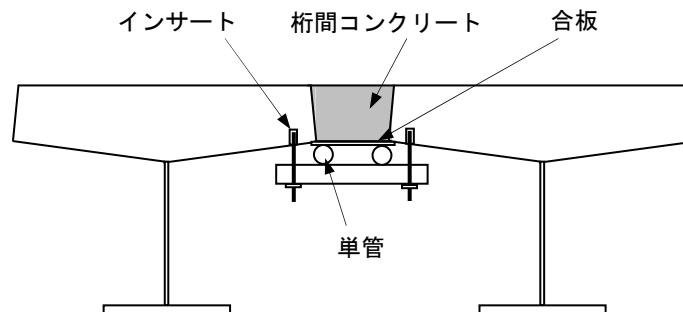


図-5.1.2 桁間の型枠例

5-3. 作業用足場

一般部の作業用足場を図-5.1.3に示す。

[解説]

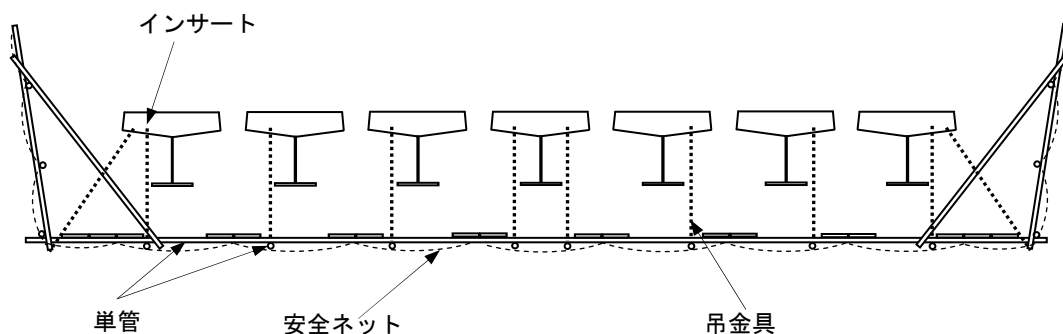


図-5.1.3 作業足場

5-4. コンクリート工

- (1) コンクリートの設計基準強度は、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ 以上とし、標準は $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$ とする。配合は、道示Ⅲ19.4.2の規定に従うものとする。
- (2) コンクリートの打込みや養生は、道示Ⅲ19.6の規定に従うものとする。

[解説]

- (1) プレストレス導入時のコンクリート強度は、道示Ⅲ19.8の規定に従い、プレストレスング直後にコンクリートに生じる最大圧縮応力度の1.7倍以上とする。標準的には、 $\sigma_{ck}=25\text{N/mm}^2$ 以上を目安とする。
- (2) コンクリートの打込みは、コンクリートポンプ車等により打込みを行い、締固めにはフレキシブルバイブレータを用いる。養生は、コンクリート打込み後、養生マットとシートでコンクリート面を覆い、散水養生または保温養生を行う。

5-5. 横締め緊張工

横締めPC鋼材の緊張、コンクリートの所定の圧縮強度を確認した後、緊張ジャッキを用いて行う。

[解説]

緊張ジャッキは、事前にキャリブレーションを行い、規格値内にあるか確認する。緊張管理は、事前の緊張計算に基づき緊張ポンプの圧力のマンオメーター示度とPC鋼材の伸び量で管理する。

5-6. グラウト工

グラウトの施工は、道示Ⅲ19.10の規定に従うものとする。

[解説]

グラウトは、PC鋼材の防錆を目的とし、耐久性の点から適切に施工しなければならない。グラウトの施工前に各ケーブルの通気テストを行い、事前にダクトの閉塞の有無を確認後、施工を行う。

6. 橋 面 工

橋体工完了後，地覆工，高欄工，伸縮継手工，舗装工等の施工をする。

V 積算編

1. 購入品費

MDブリッジ桁製品費および以下の本橋用の付属製品積算価格は見積もりを基本とする。

- ・ MDブリッジ桁製品費
- ・ 排水装置費
- ・ 添架物支持材費

伸縮装置, 落橋防止装置, 橋歴板などの付属物は, 橋梁条件に応じて別途計上すること。

注記

- 1) 仮組検査は原則行わないものとする。
- 2) 見積価格は架設現場でのオントラック渡しの条件を原則とする。

2. 現場工事費

国土交通省土木工事積算基準の関係項目を参照のこと。

2-1. 支承据付工費

- ・ 支承のタイプ別に各項を適用する。
- ・ ゴム支承Aタイプ(パッドタイプ), Bタイプは, 16 章. 橋梁⑥PC橋架設工 6. 支承工の項による。

2-2. 地組立工費(セグメント地組工費)

- ・ 地組立工は, 16 章. 橋梁③プレビーム桁架設工 3-4. 地組工の項による。

2-3. 本締工費

- ・ HTB 本締工費は, 16 章. 橋梁③プレビーム桁架設工 3-5. 本締工の項による。

2-4. 架設工費

(1) トラッククレーン架設

- ・ トラッククレーン架設工費は, 16 章. 橋梁③プレビーム桁架設工 3-2. トラッククレーンによる架設の項による。

(2) ベント設備

- ・ ベント設備は, 16 章. 橋梁②鋼橋架設工 1-11-3. ベント設備設置・撤去の項による。
- ・ ベント基礎については, 現場条件により選定のうえ積算する。

例) ベント基礎が鉄板の場合, 16 章. 橋梁②鋼橋架設工 1-11-4. ベント基礎設置・撤去の項による。

ベント基礎がコンクリート基礎の場合, 5 章. コンクリート工, 均し型枠などにより積算する。

(3) 架設桁とトラッククレーン併用による架設

- ・ 架設桁とトラッククレーン併用による架設工費は, 16 章. 橋梁③プレビーム桁架設工 3-3. 架設桁による架設の項による。

(4) 架設桁による架設

- ・ 架設桁架設工費は、16章. 橋梁⑥P C橋架設工 4. 架設桁による架設の項による。

2-5. 継手部現場塗装工

- ・ 継手部現場塗装工の素地調整、塗装の単価は市場単価による。

2-6. 床版・横組工費

- ・ 床版・横組工は、16章. 橋梁⑥P C橋架設工 5. 横組工の項による。
 - (a) コンクリート工は、5-2-3. コンクリート工歩掛のプレテンションT桁、ポストテンション桁を適用する。(コンクリート工は型枠工を含む。)
 - (b) P C工は、5-3-1. P C工歩掛のプレテンション桁シングルストランドシステムを適用する。
 - (c) 緊張工は、5-4-1. 緊張工歩掛のシングルストランドシステムを適用する。

2-7. 地覆工費

- ・ コンクリート工は、5章. コンクリート工①コンクリート工の項を適用する。
- ・ 型枠工は、5章. コンクリート工②型枠工の項を適用する。
- ・ 鉄筋工は、5章. コンクリート工①コンクリート工 10. 鉄筋工(市場単価)の項を適用する。

2-8. 排水装置工費

- ・ 配水管設置工は、16章. 橋梁⑭橋梁配水管設置工の項による。
- ・ 排水桝設置工については、国土交通省土木工事標準積算基準書(河川・道路編)第2章 付属施設⑧橋梁付属施設設置工 1. 橋梁上部排水桝設置工の項による。

2-9. 伸縮継手装置工費

- ・ 伸縮継手装置設置工は、市場単価による。

2-10. 橋梁用高欄工費

- ・ 橋梁用高欄設置工は、国土交通省土木工事標準積算基準書(河川・道路編)第2章 付属施設⑧橋梁付属施設設置工 3. 高欄設置工の項による。

2-11. 防水工費

- ・ 防水工は、市場単価による。

2-12. 舗装工費

- ・ 舗装工は、11章. 道路舗装②アスファルト舗装工の項による。
- ・ 均しコンクリート工については、5章. コンクリート工の項による。

2-13. 足場工費

- ・ 足場工は、16章. 橋梁⑥P C 橋架設工 5. 横組工 5-5 足場工及び防護工の項による。足場損料係数S，歩掛係数Nはプレテンション桁用を適用する。