

第4章 函 渠 工

道路土工に伴う標準的な函渠工の設計は、下記によるものとし、詳細については「道路土工 - カルバート工指針」（日本道路協会 H11.3）ならびに「建設省判定・土木構造物標準設計第1巻解説書」（全建H12）により設計するものとする。

4 - 1 函渠の適用範囲

1. 函渠工の適用範囲

カルバートは、力学特性から剛性カルバートとたわみ性カルバートがある。なお、共同溝、地下横断歩道の函渠等については、別途検討するものとする。

剛性カルバートにはボックスカルバート、門形カルバート、パイプカルバートなどがあり、たわみ性カルバートにはコルゲートメタルカルバートがある。

本章はそれらの内で主にボックスカルバートについて示すものとする。

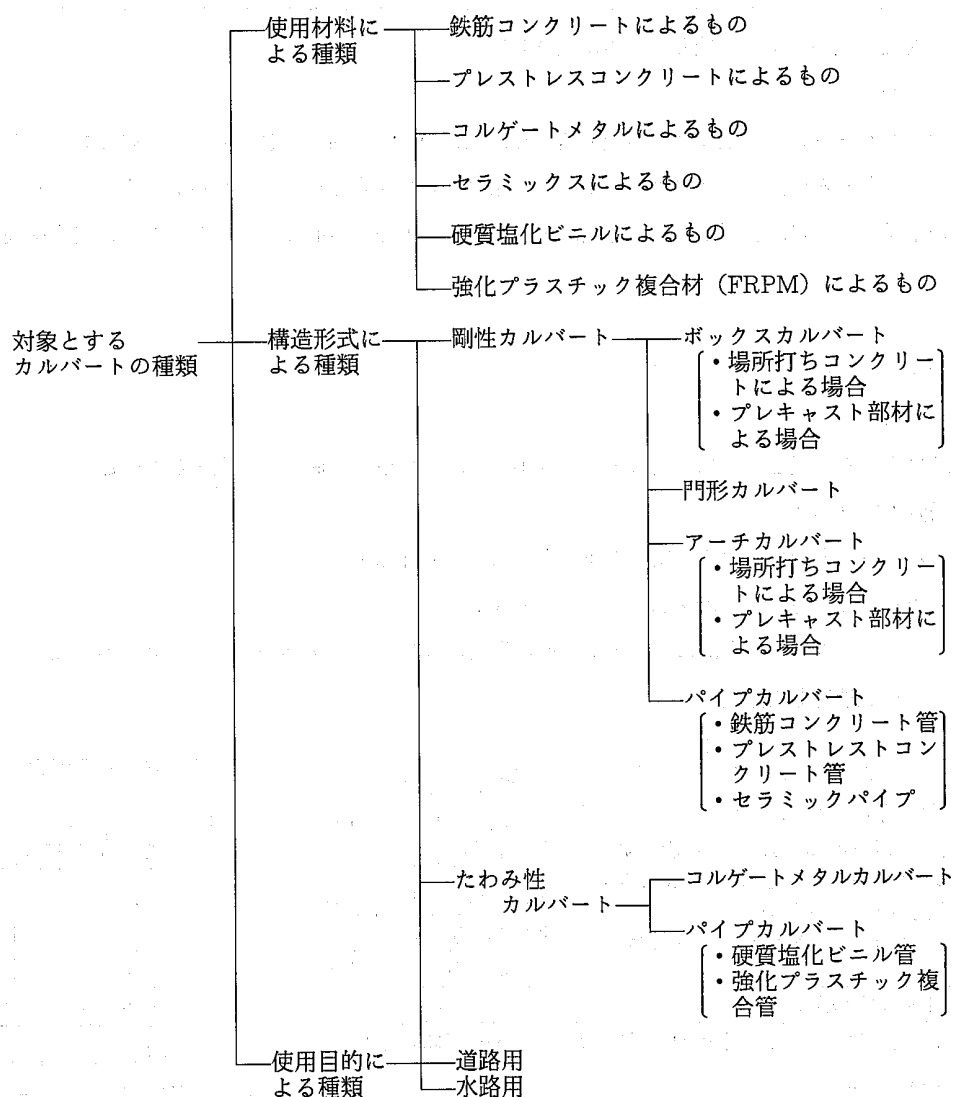


表4 - 1 対象とするカルバートの種類

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.4)

4 - 2 断面形状の決定

函渠の断面は、現地条件を勘案し道路および水路管理者と協議の上決定するものとする。また函渠の沈下の恐れのある場合は対策を行うものとするが予想沈下量を見込んで内空高さを決めることもある。

1. 水路用カルバート

1) 計画流量を安全に通水しうる断面であること。

カルバートの計画流量は、「道路土工 - 排水工指針」または、管理者の定めた設計計算法によって計算するものとする。

2) 内空高さは、所要の余裕高を確保すること。

内空高さは、カルバートの設置地点、種類、形状寸法および水路の性状などにより、管理者の定めた余裕高を確保するように決定しなければならない。

カルバートの通水断面は、「道路土工 - 排水工指針」または、管理者の定めた設計計算法によって計算するものとする。

清掃その他の保守点検のため、人が入る必要のある場合は、1.8 m以上の内空高を確保することが望ましい。

延長が短いことなどから人が入る必要のない場合であっても、沈泥などにより予想される断面減少分を考慮して、60 cm以上の内空高を確保するのが望ましい。

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.13)

2. 道路用

道路用カルバートは、盛土による地域分断、在来通路の遮断に対して設けられるものであり、その設計計画にあつては、設置する位置、断面についてそれを利用する者の調査を行う必要がある。また、目的を明確にし、在来通路の幅員、交通量、交通の種別、近接地の将来計画などを総合的に検討した上で、構造物を決定しなければならない。

4 - 3 設計一般

1. 設計荷重

1) 設計に用いる荷重としては、鉛直土圧、水平土圧、活荷重、載荷重を考慮するものとする。

鉛直土圧 (Pvd)

カルバート上面に作用する鉛直土圧は次式によって計算する。

$$Pvd = \alpha \cdot r \cdot h \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

r : カルバート上部の土の単位体積重量 (kN/m³) h : カルバートの土かぶり (m)

α : 鉛直土圧係数

表 4 - 2

条 件	鉛直土圧係数 α	
次の条件のいずれかに該当する場合	$h/B_2 < 1$	1.0
・良好な地盤上 (置換え基礎も含む) に設置する直接基礎のカルバートで、土かぶりが10m以上でかつ内空高が3mを超える場合	$1 \leq h/B_2 < 2$	1.2
	$2 \leq h/B_2 < 3$	1.35
・枕基礎等で盛土の沈下にカルバートが抵抗する場合 注1)	$3 \leq h/B_2 < 4$	1.5
	$4 \leq h/B_2$	1.6
上記以外の場合 注2)	1.0	

注1) セメント安定処理のような 性の高い地盤改良をカルバート外部頻度に行う場合もこれに含む。

注2) 土の沈下とともにカルバートが沈下する場合で軟弱地盤上に設置する場合も含む。(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.45)

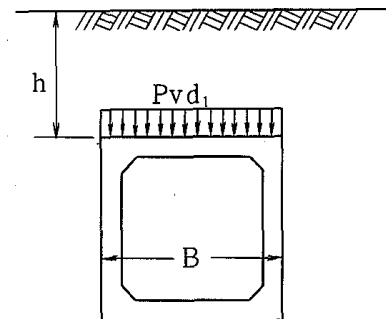


図 4 - 1 鉛直土圧

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.44)

水平土圧

カルバート側面に作用する水平土圧 P_{hd} は、式(4-1)によって計算する。

$$P_{hd} = k_0 \cdot \gamma \cdot z \quad (\text{kN/m}^2) \quad (4-1)$$

ここに、 k_0 ：静止土圧係数で、 k_0 は土質や締固めの方法によって異なり0.4～0.7程度であるといわれているが、通常の砂質土や粘性土 ($w_L < 50\%$) に対しては、 $k_0 = 0.5$ と考えてよい。

z ：地表面より任意点までの深さ (m)

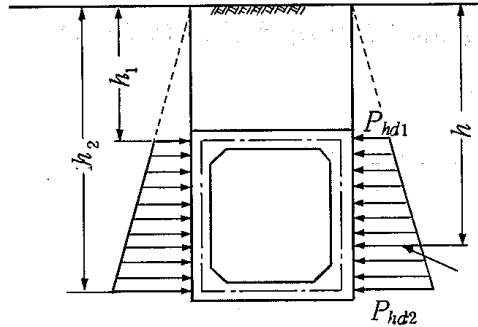


図4-2

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.47)

活荷重

自動車はボックスカルバート縦方向（道路横断方向）には制限なく載荷させるものとして、カルバート縦方向単位長さ当たりの荷重は、次式により計算する。

$$\begin{aligned} \text{後輪：} p_{11} &= \frac{(2 \times \text{後輪荷重(kN)})}{\text{T荷重1組の占有幅(m)}} \times (1 + \text{衝撃係数}) \\ &= \frac{2 \times 100}{2.75} \times (1 + i) \quad (\text{kN/m}) \quad \dots\dots (4-3) \end{aligned}$$

$$\text{前輪：} p_{12} = \frac{2 \times 25}{2.75} \times (1 + i) \quad (\text{kN/m}) \quad \dots\dots (4-4)$$

なお、この場合の衝撃係数 i は表4-3の値とする。

表4-3 衝撃係数

カルバートの種類	土かぶり (h)	衝撃係数
<ul style="list-style-type: none"> ・ボックスカルバート ・アーチカルバート ・門彩カルバート ・コルゲートメタルカルバート 	$h < 4\text{m}$	0.3
	$4\text{m} < h$	0
<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製パイプカルバート ・セラミックパイプカルバート ・硬質塩化ビニルパイプカルバート ・強化プラスチック複合パイプカルバート 	$h < 1.5\text{m}$	0.5
	$1.5\text{m} \leq h \leq 6.5\text{m}$	$0.65 - 0.1h$
	$6.5\text{m} < h$	0

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.27)

また、活荷重の分布は、図4-3に示すように接地幅0.2mで車両進行方向に45°に分布するものとする。

したがって、ボックスカルバート上面に作用する活荷重による鉛直荷重 P_{vt} は以下のように計算する。

i) 土かぶり4.0m未満の場合

後輪および前輪による鉛直荷重 P_{v11} 、 P_{v12} はそれぞれ式(4-3)、式(4-4)により計算する。なお、後輪の載荷位置は支間中央としてよい

前輪の影響が無い場合は鉛直荷重を、前輪の影響を考える場合は後輪と前輪がカルバートにかかる部分の鉛直荷重を載荷させればよい。また、W3の部分による影響は、水平荷重（ $P_h = P_{v1} \cdot k_0$ ）として考慮する。

$$P_{v1} = \frac{(P_{11} \cdot \beta)}{W_1} = \frac{(P_{11} \beta)}{(2h + 0.2)} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots (4-5)$$

$$P_{v2} = \frac{P_{12}}{W_1} = \frac{P_{12}}{(2h + 0.2)} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots (4-6)$$

P₁₁：カルバート縦方向単位長さ当たりの後輪荷重（kN/m）

P₁₂：カルバート縦方向単位長さ当たりの前輪荷重（kN/m）

W₁：後輪荷重の分布幅（m）

W₂：前輪荷重の載幅（ $\frac{B_0}{2 + h - 5.9}$ ）

β：断面力の低減係数

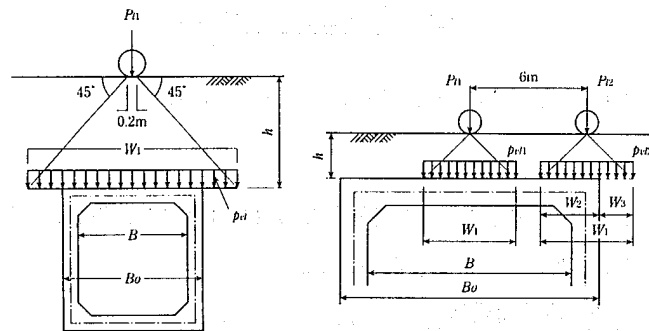


図 4 - 3

表 4 - 4 断面力の低減係数

	土かぶり $h \leq 1$ m かつ 内空幅 $B \geq 4$ m の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.49)

ii) 土かぶり 4.0 m 以上の場合

土かぶりが 4.0 m 以上の場合には、鉛直方向活荷重として頂版上面に一様に 10 kN/m² の荷重を考えるものとする。

iii) カルバートが道路と平行に設置される場合

カルバートが道路と平行に設置される場合の活荷重の計算方法は、「共同溝設計指針」に準じるものとする。

ボックスカルバート底面の地盤反力

i) ボックスカルバート底面の地盤力 P_{v1} は、図 に示すとおりであり、式 (4-7) によって計算する。

$$P_{v1} = P_{vd} + \frac{Q + D + E}{B_0} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (4-7)$$

P_{vd}：カルバート上面に作用する鉛直土圧（kN/m²）

Q：カルバート上面に作用する単位長さ当たりの活荷重合計（kN/m）

$$Q = P_{v11} \cdot W_1 + P_{v12} \cdot W_2$$

- B₀ : ボックスカルバートの外幅 (m)
- D : ボックスカルバートの単位長さ当たり重量 (k N / m)
- E : ボックスカルバート内の死荷重または活荷重 (k N / m)

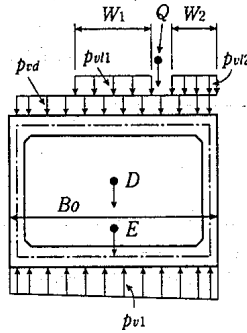


図 4 - 4 カルバートの底面の地盤反力

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.50)

ii) 断面力を計算する場合に用いる底版反力 P_{v2} は、式 (4 - 8) によって計算する。この場合、底版厚を等厚とした場合の底版自重は等分布荷重となり、これによる底版反力とは相殺することになるので、断面力を計算する底版反力には版底自重を含めないのが一般的である。

$$P_{v2} = P_{vd} + \frac{(Q + D_o)}{B_0} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (4 - 8)$$

D₀ : 底版を除いたボックスカルバート単位長さ当たり重量 (k N / m)

活荷重による水平土圧

ボックスカルバート側面に作用する活荷重による水平荷重としては、深さに関係なく 10 kN/m^2 を両側面に同時にかけるものとする。(図 4 - 5)

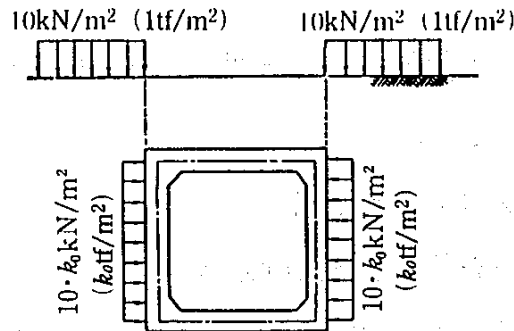


図 4 - 5 載荷重による水平土圧

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.52)

その他、温度変化の影響、地震の影響 (一般には考慮しない)、水圧と浮力、踏掛版からの荷重等については「道路土工 - カルバート工指針」を参照すること。

2 . 土かぶり厚

1) 最少土かぶり厚は、裏込め土の沈下などにより舗装面に不陸を生ずることがあるので、車道下で舗装厚以上又は 50 cm 程度以上が得られるように当初から計画しておくことが望ましい。

2) ボックスカルバートの土かぶりが変化する場合については、最小土かぶりの場合と最大土かぶりの場合とで、おのおの活荷重を含む荷重強度を求め、大きい値となる方を計算上の土かぶりとし、これで定まった断面を全体に用い

でもよい。ただし、継手を設ける場合で、土かぶり厚が極端に変化する場合は、それぞれのブロックに対する土かぶり厚で上述のような検討を行い断面設計を行ってもよいが、施工性から部材厚はそろえておくのが望ましい。

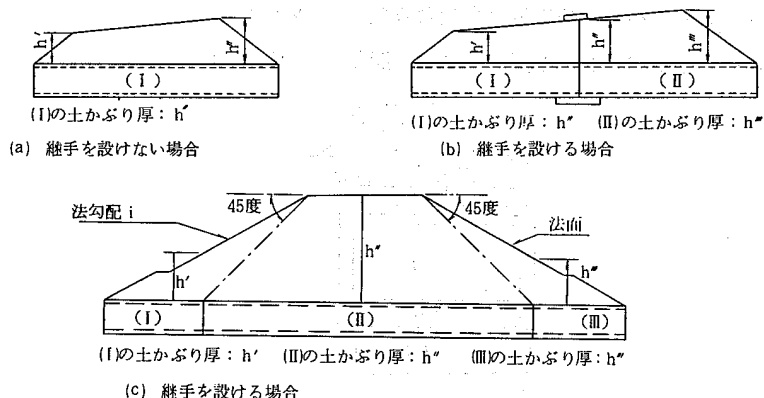


図4 - 6 土かぶり厚で断面検討する例

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.44)

3) 本体の設計

横方向（支間方向）の設計

ボックスカルバート横方向（支間方向）の断面力の計算を行う場合のラーメン軸線は、図4 - 7に示す部材中心軸線の寸法（ B_s 、 H_s ）を用いる。

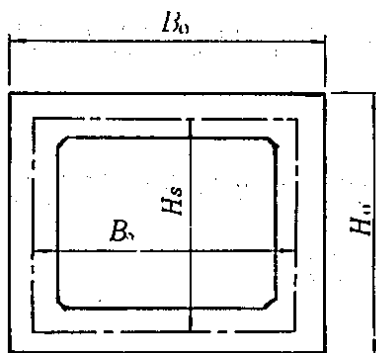


図4 - 7 ラーメン軸線

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.56)

せん断力が作用する部材の設計として、

- ・コンクリートのみでせん断力を負担する方法
- ・斜引張鉄筋と協同してせん断力を負担する設計方法がある。前者の方法によって設計するのが望ましいが、せん断力によって部材が厚くなるような場合には後者の方法によって設計してよい。

部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度 m は式 () により算出するものとする。

$$m = S / (b \cdot d) \quad (N / mm^2)$$

S : 部材断面に作用するせん断力 (N)

b : 部材断面の幅 (mm)

d : 部材断面の有効幅 (mm)

コンクリートのみでせん断力を負担する場合は、平均せん断応力度 m が表 に示す a_1 に式 (4 - 9) による割増し係数を乗じた値を超えてはならない。

$$= 2 - x / 2 d (1 \quad 2) \quad (4 - 9)$$

ここに γ : 割増し係数

x : 図4-7に示す照査断面位置の節点からの距離

d : 有効高

ただし、荷重が分布荷重の場合には、簡易化のために $x = 0$, $x = 2d$ の2点だけで照査を行ってもよいものとする。この場合の $x = 0$ における有効高は $x = 2d$ の位置の有効高を用いるものとする。

表4-5 コンクリートの許容圧縮応力度及びせん断応力度

(N/m² (kgf/cm²))

応力度の種類		コンクリートの設計基準強度 (σ_{ck})					
		21 (210)	24 (240)	27 (270)	30 (300)	35 (350)	40 (400)
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	7 (70)	8 (80)	9 (90)	10 (100)	12 (115)	14 (140)
せん断応力度	コンクリートのみでせん断を負担する場合 (τ_{c1})	0.36 (3.6)	0.39 (3.9)	0.42 (4.2)	0.45 (4.5)	0.5 (5.0)	0.55 (5.5)
	斜引張鉄筋と協同して負担する場合 (τ_{c2})	1.6 (16)	1.7 (17)	1.8 (18)	1.9 (19)	2.1 (21)	2.4 (24)

注：道示は、有効高割増しを加味している

(H.11.3道路土工-カルバート工指針 P.41)

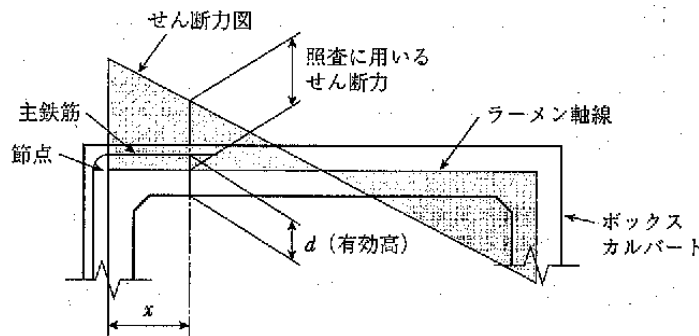


図4-8

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.57)

縦方向（支間直角方向）の設計

ボックスカルバートには、基礎の条件のいかんにかかわらず10～15m程度の間隔に伸縮目地を入れることを原則とする。このように伸縮目地の間隔を定め、横方向の主鉄筋にみあう配力鉄筋を考慮した場合には、一般にボックスカルバートの縦方向の応力計算は行わなくてよい。ただし、長さ15m以上とする場合や次に示す条件に該当する場合は縦方向の検討を行う。

- ・カルバートの縦方向に荷重が大きく変化する場合
- ・基礎地盤が軟弱で、カルバートの縦方向に不同沈下が生じる可能性が高い場合
- ・カルバートの縦方向に沿って地盤条件が急変する場合

なお、縦方向の設計は原則として“弾性床上的はり”として解析するものとする。

3. 基礎工

ボックスカルバートの基礎としては、直接基礎、置換え基礎、杭基礎が考えられるが、基礎地盤の支持力を十分に調査して、それに対応した経済的で安全な設計をするものとする。

1) 原地盤が十分な支持力を持つ場合、また部分的改良により基礎の破壊および沈下に対して安定が得られる場合は直接基礎とする。

2) 軟弱層の厚さが薄くかつ浅い場合や、部分的に軟弱層がある場合は、土質安定処理や良質な材料で置換えて改良地盤を形成して、これを支持地盤とする。(この場合、杭基礎との経済比較をしなければならない)

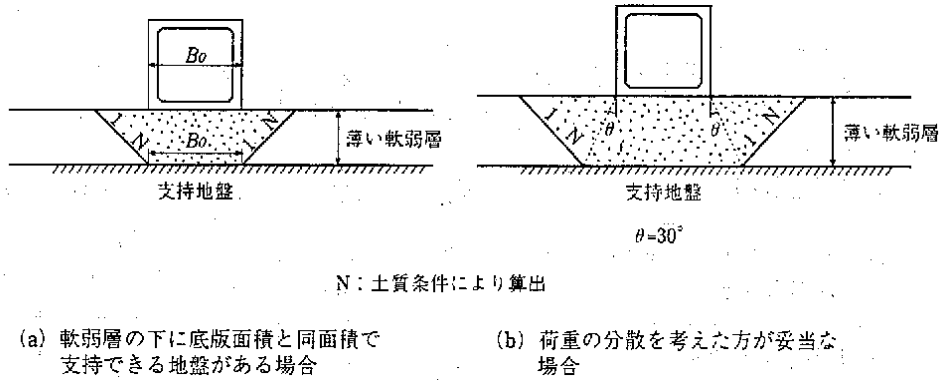


図4-9 置換え基礎の形状

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.21)

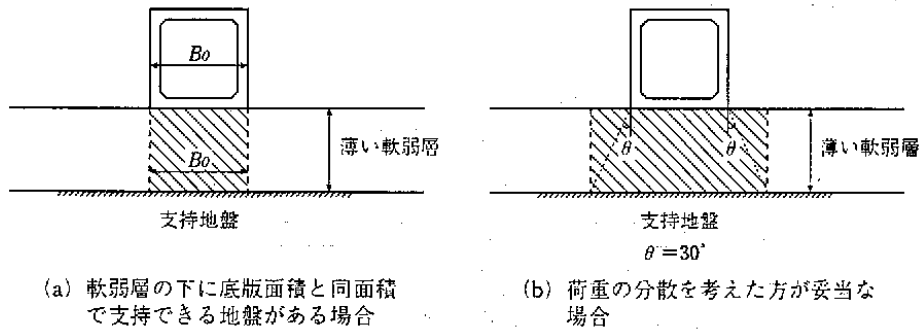


図4-10 改良地盤の形状

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.21)

3) 軟弱層の厚さが厚く、かつ深い場合または重要なボックスカルバート(用水路カルバート等)で沈下を許さない構造にあっては、周辺地盤の沈下に伴う上載荷重の増加と道路面の不陸発生について十分検討し、対策を講じておく必要がある。また、基礎は直接基礎を原則とするが、やむを得ず杭基礎とする場合は周辺地盤の沈下にもなう上載荷重の追加と道路面の不陸の発生等に対して、十分検討することが必要である。なお、設計は「道路橋示方書 下部構造編」(日本道路協会)に準じて行なうが、地震の影響は考慮しないことから、原則として鉛直力のみについて検討すればよい。

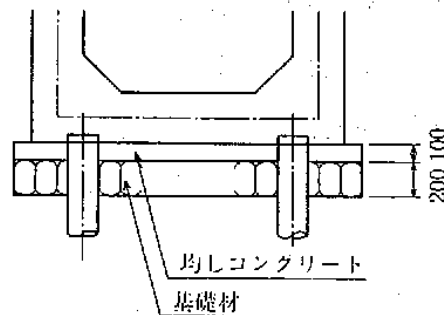


図4-11 杭基礎(2列配置)の例

(H.11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.59)

杭はRC杭，PHC杭，PC杭を使用することを標準とする。

杭の配列は，鉛直荷重をスムーズにかつ均等に受けるようにするものとし，2列配置の場合は，側壁軸線近くに配置することを標準とする。

また，3列配置以上の場合は鉛直荷重を均等に受けるよう等間隔に配置することを標準とする。

頭部の結合は特に必要とせず，中埋コンクリートをくい径相当分だけ挿入する。

また，支圧及び押抜きせん断を照査し，許容値を超えた場合は，45度分布線が底版軸上で交差するよう基礎コン厚を調整するか，底版厚を大きくするか等の処置を行なうものとする。

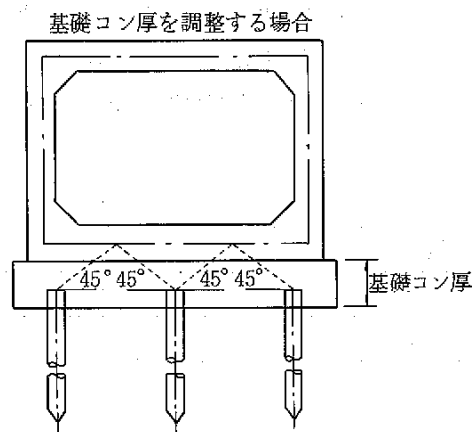


図4 - 1 2

4) 軟弱地盤にカルバートを設置する場合で，カルバートの沈下がある程度許容できる場合には，カルバートの予定地点に事前に図4 - 1 2 (a) に示すように載荷重盛土を行い，沈下を促進させ地盤の安定を図るとともに，目標となる残留沈下量以下まで放置し，載荷重盛土を除去した後カルバートを構築する方法がよい。(載荷重工法)

残留沈下量が多いと予想される場合，図4 - 1 2 (b) のように，カルバート縦断方向に残留沈下量に対応する量だけ上げ越し，残留沈下が終了したとき所定の計画高になるように設置することがある。なお，この場合原地盤における軟弱層がカルバート縦断方向で大きく変わる場合などを除いて，縦断方向に一樣の上げ越しを行うのが一般的である。また，上げ越し量はプレロード除去後の残留沈下量 (S) から推定する。なお残留沈下量はできるだけ小さくすることが望ましいが，やむを得ない場合でも30 cm 以下を目標とする。

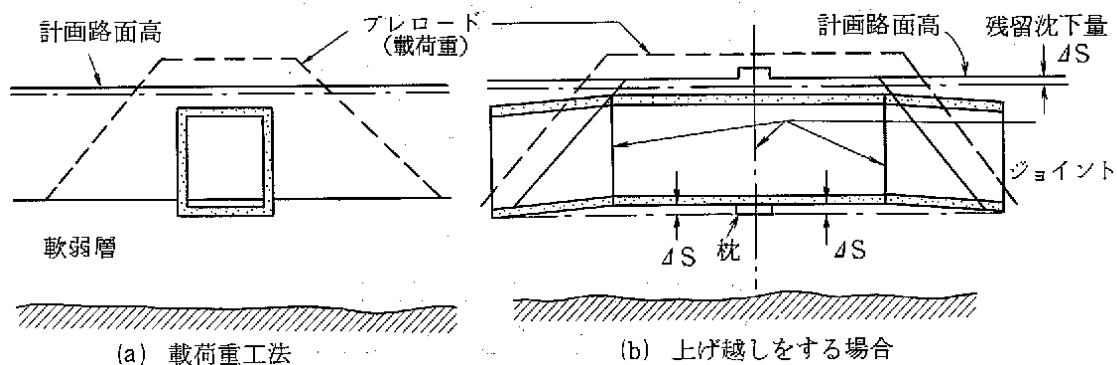


図4 - 1 3 カルバート部の載荷重工法

(S61.11 道路土工 - 軟弱地盤対策工指針 P.117)

上記上げ越しをする場合，沈下量の予想がはずれると機能的に大きな障害を生じるようなカルバートでは，沈下による支障にある程度対処出来るよう断面に余裕をとっておくのが望ましい。なお，プレローディング工法の詳細については，「道路土工 - 軟弱地盤対策工指針」を参照すること。

4. 裏込工

カルバートの裏込土の良否は、カルバート背面の盛土の沈下に直接関係し、路面の不陸の原因となるため、裏込め材料の選定、施工には注意しなければならない。

1) 裏込め材料としては、締固めが容易で、非圧縮性、透水性があり、かつ水の浸入によっても強度の低下が少ない安定した材料を選ぶ必要があり、表4-6は裏込めとして適した土砂の性質を示したものである。しかし、設計に当っては、このような良質材を大量に使用することが困難な場合が多いので大型締固め機械を使用して十分な締固めが可能であるならば、特にこのような良質材に限ることなく入手できる盛土材料のなかから粒度分布のよい盛土材料を使用するなど、経済性も十分考慮した設計を行う必要がある。

表4-6 裏込めに適する材料の粒度と性質

項目	範囲
最大粒径	100mm 以下
4.760 μ (No.4) フルイ通過量	25 ~ 100%
74 μ (No.200) フルイ通過量	0 ~ 25%
塑性指数 (420 μ フルイ通過分について)	10 以下

(S61.11 道路土工 - 施工指針 P.223)

2) 裏込めおよび埋戻しの構造

裏込めおよび埋戻しの構造は、図4-14を標準とする。

工事施工上の排水を考慮して、盛土部においては裏込め工を先行して施工するのが望ましい。また、必要に応じて地下排水溝を設置したり、カルバート本体の側溝やウイング水抜き孔を設けるなどの配慮をしなければならない。

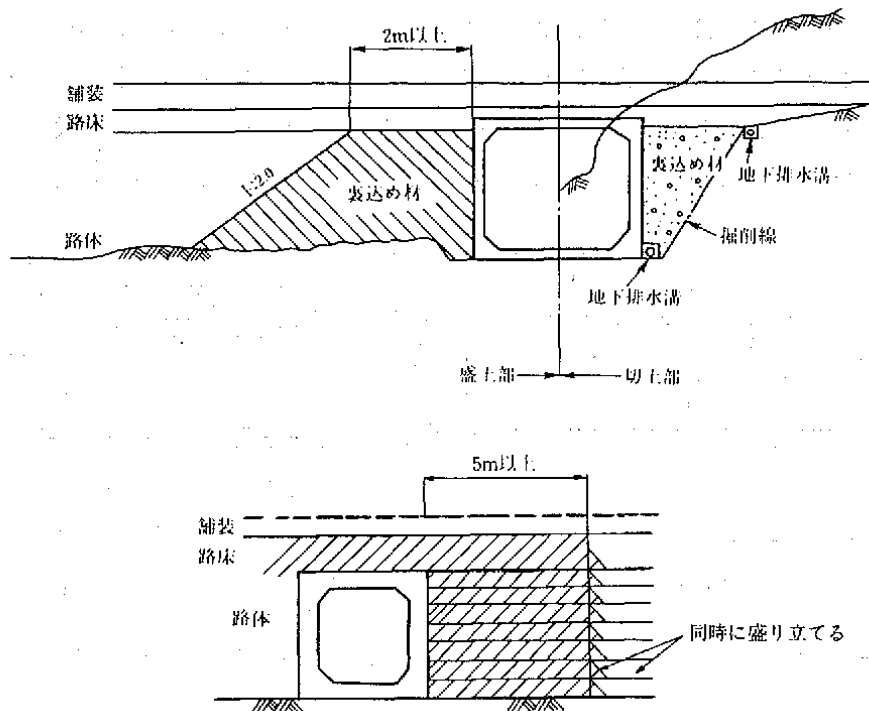


図4-14 裏込めの施工例

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.60)

5. 斜角のつく函渠

ボックスカルバートの設計に際して、避けがたい物件の存在等により斜角をつけなければならない場合がある。こ

第4章 函渠工

のようなボックスカルバートの設計では次のような事項を考慮するものとする。

- 1) 角度 θ が表 4 - 7 に示す値以上の場合は、カルバート両端部は、道路中心線の方向と平行とする。(図 4 - 1 5 (a))
- 2) 角度 θ が表 4 - 3 に示す値未満の場合は、カルバート両端部を図 4 - 1 5 (b) のような形状とする。

表 4 - 7

地盤	角度	α
軟弱地盤		70°
通常地盤		60°

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.65)

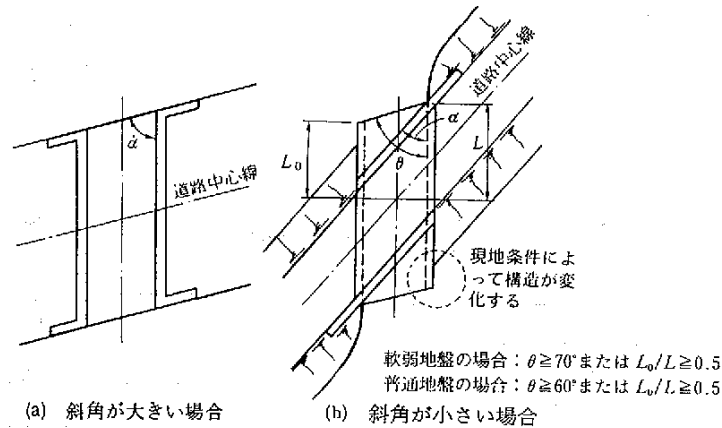


図 4 - 1 5 斜角がつくボックスカルバートの端部形状

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.65)

4 - 4 付属物の設計

ボックスカルバートの継手、段落防止枕及びウイングの設計は次によることを標準とする。

1. 継手の設計

ボックスカルバートの継手の位置及び間隔は、カルバートの長さ、土かぶり、基礎形式、上げ越し量などを考慮して決定するが、原則として 1.5 m 以下に設置することが望ましい。ただし、継手を設けた場合は、カルバート相互の不等沈下や側方のずれが起こらないよう十分な補強を行う。

1) 継手の位置

継手の位置は、図 4 - 1 6 のようになる。なお、斜角のあるカルバートにおける伸縮継手の方向は図 4 - 1 6 に示すことを原則として側壁に直角とするが、また、土かぶりの小さい場合は、図 4 - 1 6 (b) に示すように中央分離帯の位置に設けるのがよい。

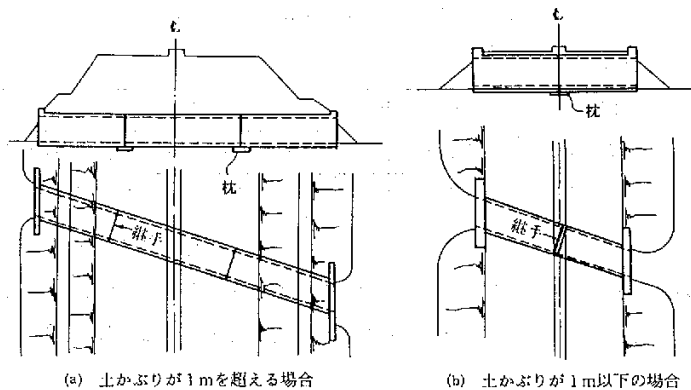


図 4 - 1 6 ボックスカルバートの継手の位置と方向

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.61)

2) 継手の構造

継手の構造は図 4 - 1 7 に示すものを、又施工条件によって表 4 - 6 のように組合せることを標準とする。

表 4 - 8 継手構造の組合せ

適用箇所	頂版	側壁	底版
通常の場合	I 型	I 型	I 型 (III 型) 注)
上げ越しを行う場合	II - A 型	II - B 型	III 型

注) () は段落ち防止枕を設けない場合

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.62)

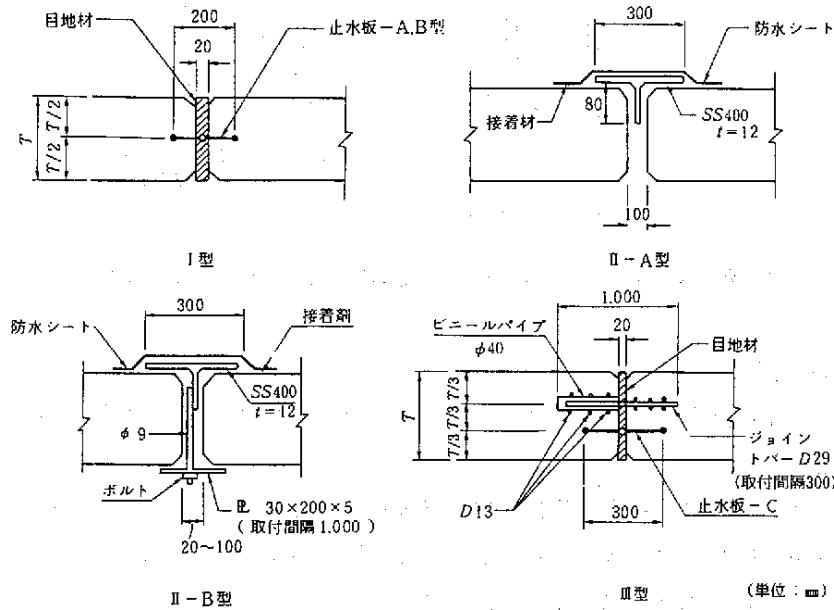


図 4 - 1 7 継手の構造の例

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.62)

また、カルバート用止水板は合成ゴム、塩化ビニールなど柔軟、伸縮可能な材料を用いるのがよく、表 4 - 7 に示す寸法を標準とする。

表 4 - 9 カルバート用止水板の標準

型 式	厚さ (mm)	幅 (mm)	摘 要
A 型	5 以上	200 以上	フラット型
B 型	5 以上	200 以上	センターバルブまたは半センターバルブ型
C 型	5 以上	300 以上	センターバルブまたは半センターバルブ型

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.63)

継手位置の段落ちを防止することから、段落ち防止用枕を設けることがあるが、その標準を図 4 - 1 8 に示す。なお、枕の配筋はボックスカルバート底版の配筋量以上を軸方向、軸直角方向に等量に配筋するものとする。

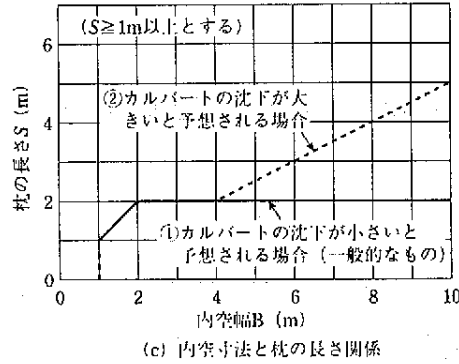
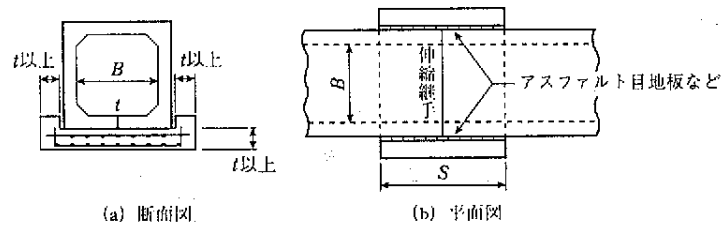


図4-18 段落ち防止用枕 (H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.64)

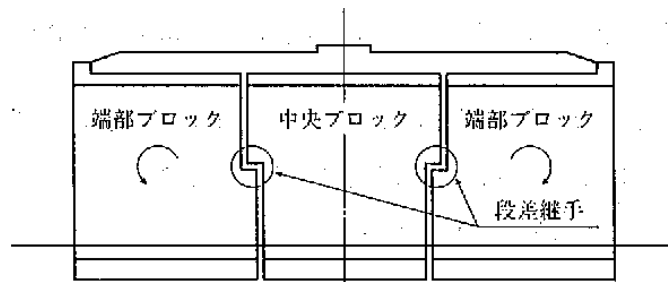


図4-19 段差継手の例 (H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.64)

2. ハンチ

函渠には原則としてハンチをつけるものとする。一般に、ハンチの大きさは部材厚 (T) の $0.4T \sim 0.5T$ 程度が用いられる。ただし、建築限界確保のため、あるいは施工上の理由からハンチも設けない場合もあるが、そのような場合は部材断面に十分な余裕を与えると同時に、隅角部には用心鉄筋を配置しなければならない。また、ハンチを設けない場合の断面は、余裕としてコンクリートの曲げ圧縮応力度が許容応力度の $3/4$ 程度となる部材厚にするのが望ましい。

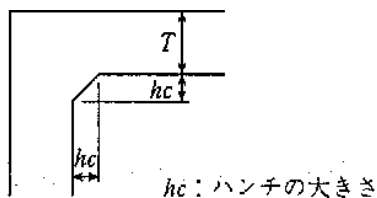


図4-20 ハンチの形状

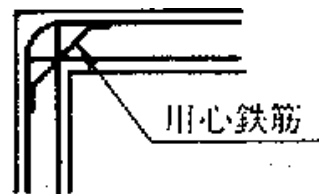


図4-21 隅角部の用心鉄筋

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.68)

3. ウイング

ウイングの構造寸法は、次によることを標準とする。

1) 土かぶりのない場合

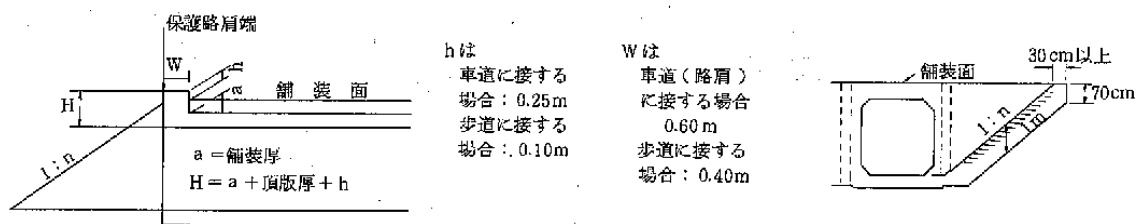


図4 - 2 2 (H11.10 地建マニュアル P2-4-8)

2) 土かぶりのある場合

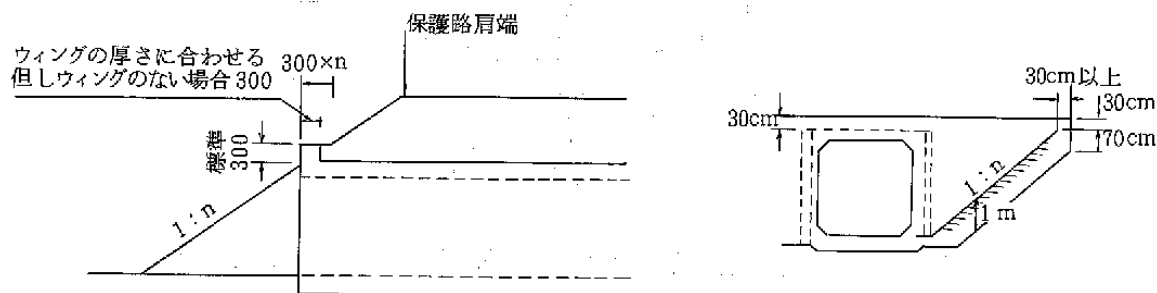


図4 - 2 3 (H11.10 地建マニュアル P2-4-8)

3) ウイングのり面の巻込の盛土勾配は1 : 1 . 5を標準とし、ウイングの根入れ深さは鉛直で1 mとする。なお、ウイング端部は、巻込盛土の上部に水平部0 . 3 m以上出るようにする。

4) ハンチは原則として、ウイング厚さと等しくする。

5) 土かぶりのない場合ウイング天端は道路の縦断勾配に合わせるようにし、土かぶりが高くウイング天端が路面より低い場合は水平に設計する。

6) ウイングが長くなりカルバート本体に悪影響を与えることが予想される場合には、ブロック積等を併用する。

4. カルバート頂版上面の排水

土かぶりが薄く凍上が予想される場合は、カルバート頂版上面のコンクリート仕上げ面に2%程度の横断勾配をつける。

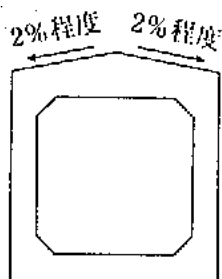


図4 - 2 4 頂版上面の排水処理例 (H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.71)

5. 止水壁

水路用ボックスカルバートの場合は、下流端に洗掘防止のため止水壁を設ける。止水壁の深さは図4 - 2 5に示す取付水路の護岸の根入れh以上を標準とする。

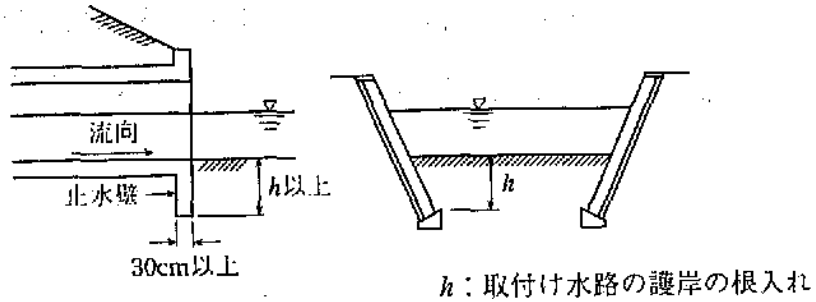


図4 - 25 止水版

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.71)

4 - 5 プレキャストボックスカルバート

1. 基礎形状

基礎形状は、図4 - 26を標準とする。

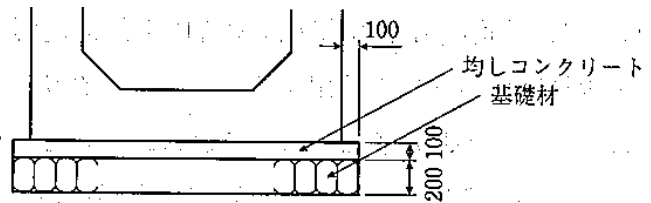


図4 - 26 基礎底面の処理例

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.58)

4 - 6 その他

施工上の注意事項

- 1) 基礎の施工は、ドライワークとしなければならない。
- 2) コンクリートの打設時における打ち継目の位置は、応力分布等を考慮して決定しなければならない。コンクリートの打設順序は、図4 - 27 (a) に示す順序で、打設することを原則とする。しかし、現場状況等により型枠設置、コンクリート打設が困難な場合は、監督職員の承諾により、(b) に示す順序で打設することがあるが、この場合、隅角部にひび割れ発生し弱点とならないよう隅角部のコンクリート打設は側壁コンクリート打設後2時間以上経過してから打設する。打設後の養生を十分に行って、沈降クラックの発生を防止しなければならない。

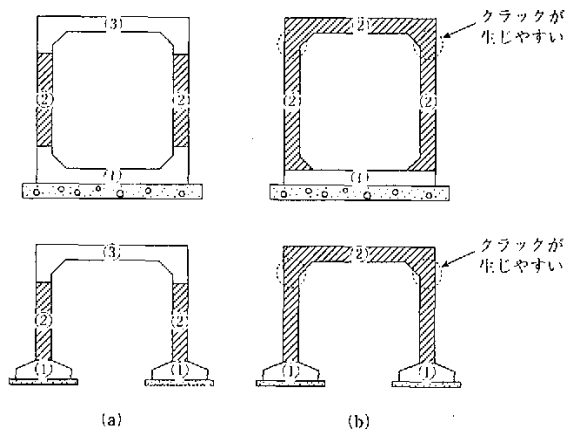


図4 - 27 コンクリートの打設順序

(H11.3 道路土工 - カルバート工指針 P.172)

3) コンクリートの打設に当たっては、型わくの清掃，打ち継目のレイタンス除去に留意し，材料分離がないよう取扱い，バイブレーター等で，充分締固めなければならない。

特に，斜角のカルバートの三角部分など，配筋の複雑なところは十分な配慮を要する。

4) 伸縮継目の止水板設置に際しては，空隙を生じたり，漏水しないよう，特に入念に施工しなければならない。

土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工上のポイント

1 設計・施工合理化策の概要

場所打ち方式によるボックスカルバートの設計・施工合理化策の概要を図-1に示す。

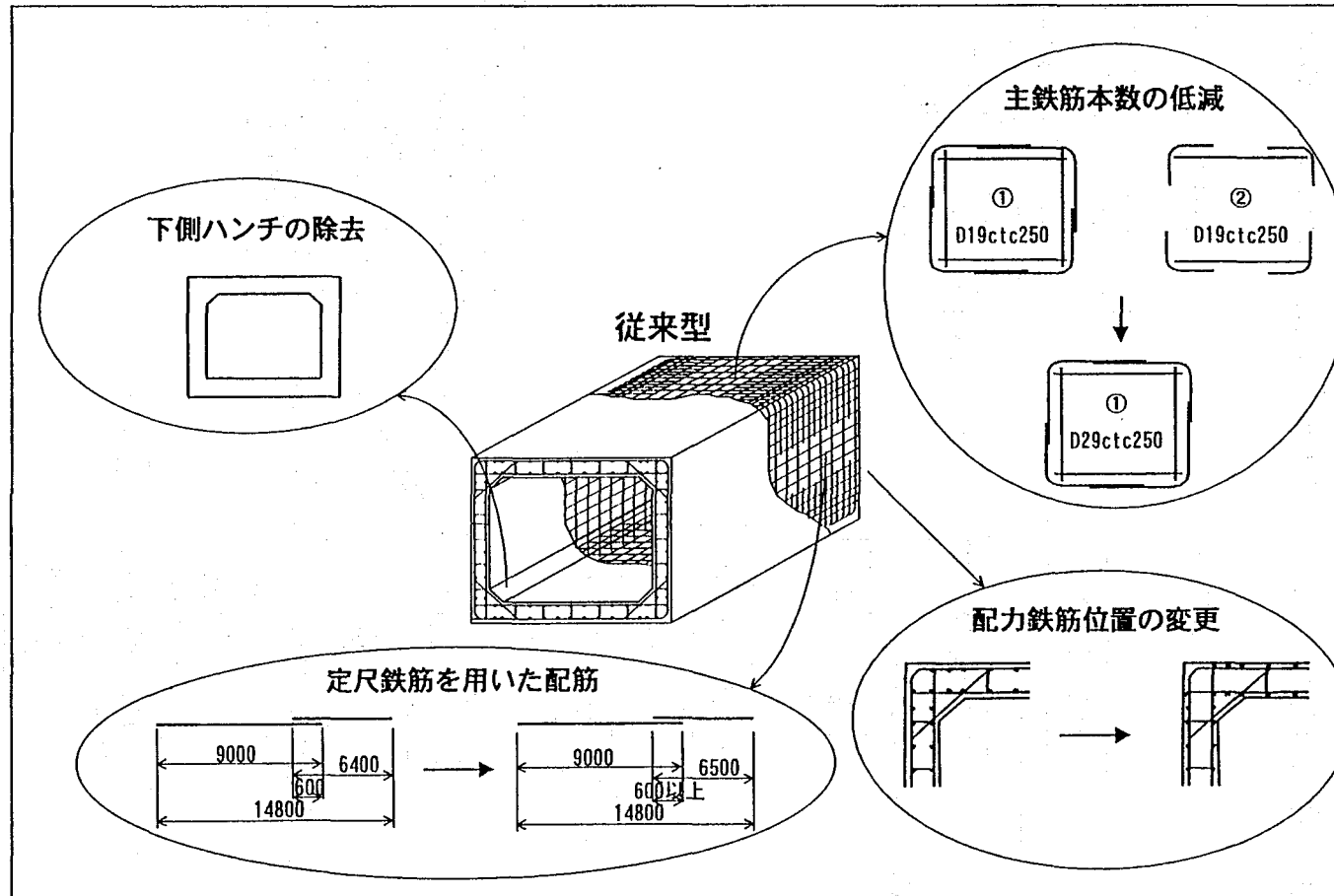


図-1 ボックスカルバートの設計・施工合理化策の概要図

2 設計・施工上のポイント

(1) 設計

一般に、場所打ち方式によるボックスカルバートの詳細設計は、図-2. に示すような流れで進められる。これらの検討項目のうち、設計マニュアル（案）において設計・施工合理化策に係わる規定を設けている項については、その参照項等を併記した。

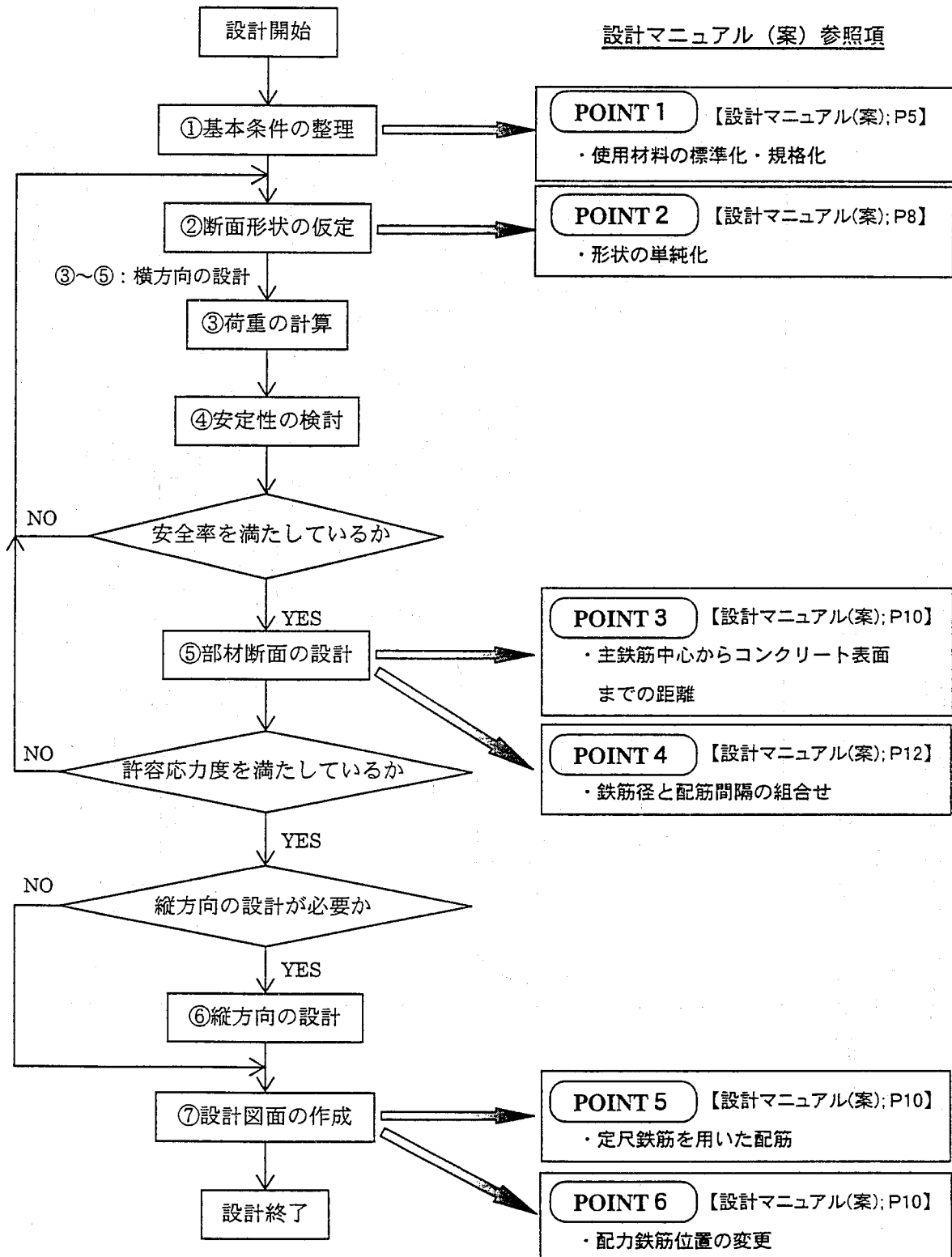


図-2 ボックスカルバートの設計フローチャート

POINT 1

使用材料の標準化・規格化

コンクリート $\sigma_{ck}=21N/mm^2$

鉄筋 SD295

従来一般的に用いられていた材料



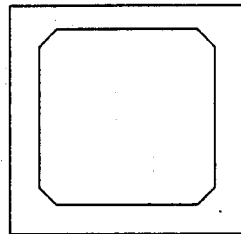
$\sigma_{ck}=24N/mm^2$

SD345

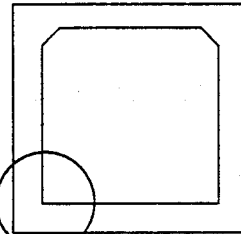
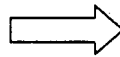
(「参考資料」参照)

POINT 2

形状の単純化



従来



下側ハンチの除去

設計上のポイント

側壁下端部および底版端部の許容曲げ圧縮応力度の低減

コンクリートの曲げ圧縮応力度 $\sigma_c \leq$ 許容曲げ圧縮応力度 $3/4 \sigma_{ca}$

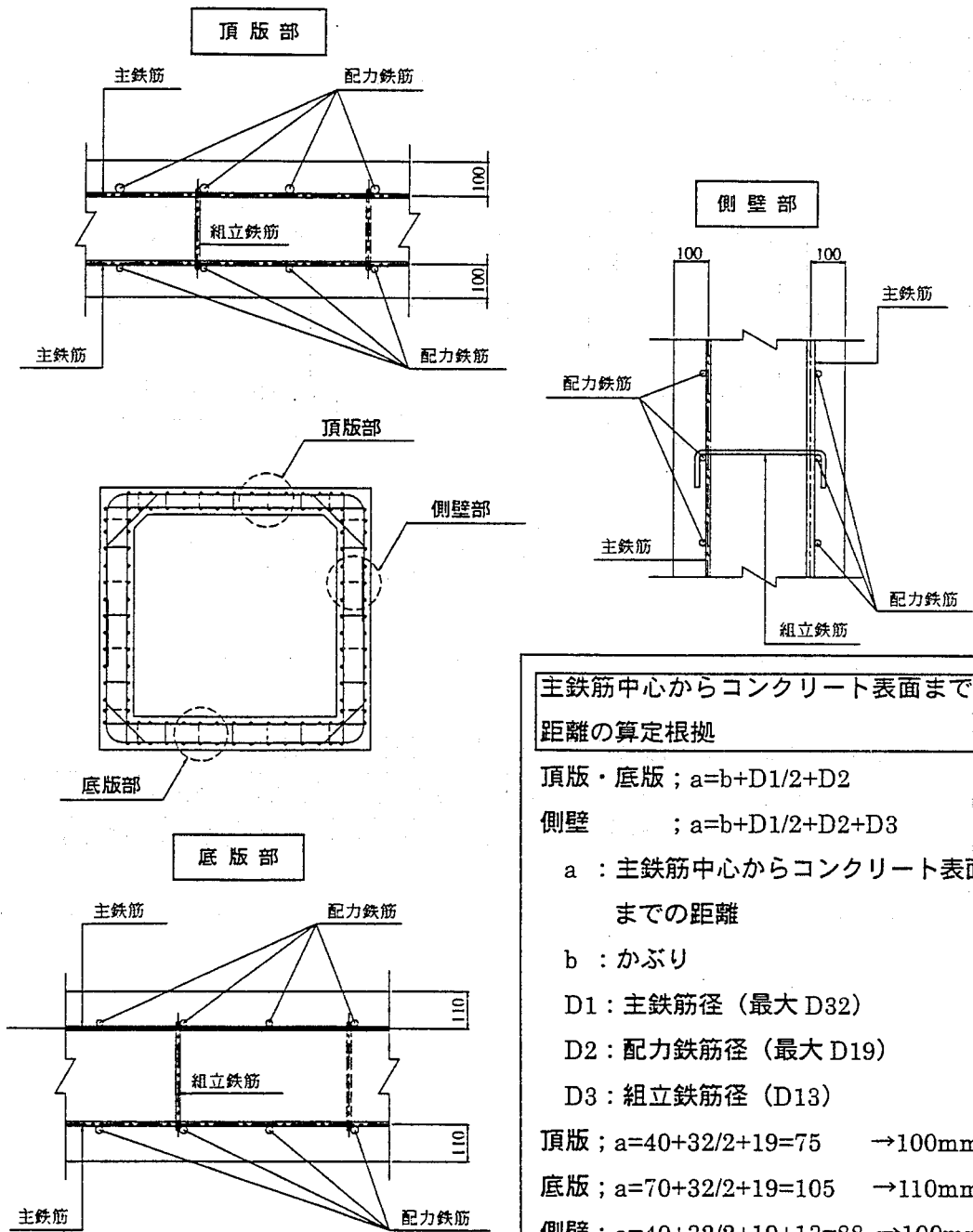
[ハンチを設けない場合の規定 (カルバート工指針 3-2-2 (5)) より]

POINT 3

主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

頂版部・側壁部・底版上面	70mm	➔	頂版部・側壁部	100mm
底版下面	100mm		底版部	110mm

従 来



主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離の算定根拠

頂版・底版 ; $a = b + D1/2 + D2$

側壁 ; $a = b + D1/2 + D2 + D3$

a : 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

b : かぶり

D1 : 主鉄筋径 (最大 D32)

D2 : 配力鉄筋径 (最大 D19)

D3 : 組立鉄筋径 (D13)

頂版 ; $a = 40 + 32/2 + 19 = 75 \rightarrow 100\text{mm}$

底版 ; $a = 70 + 32/2 + 19 = 105 \rightarrow 110\text{mm}$

側壁 ; $a = 40 + 32/2 + 19 + 13 = 88 \rightarrow 100\text{mm}$

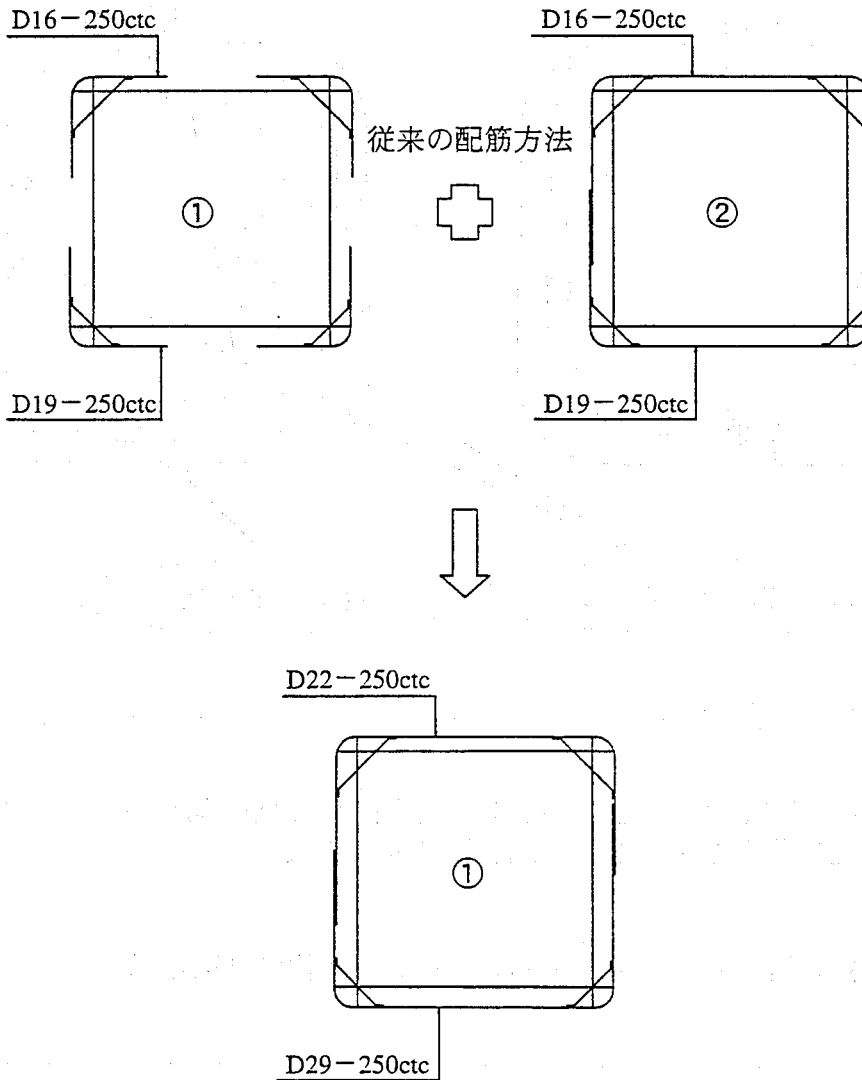
POINT 4

鉄筋径と配筋間隔の組合せ（鉄筋本数の低減）

主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組み合わせ

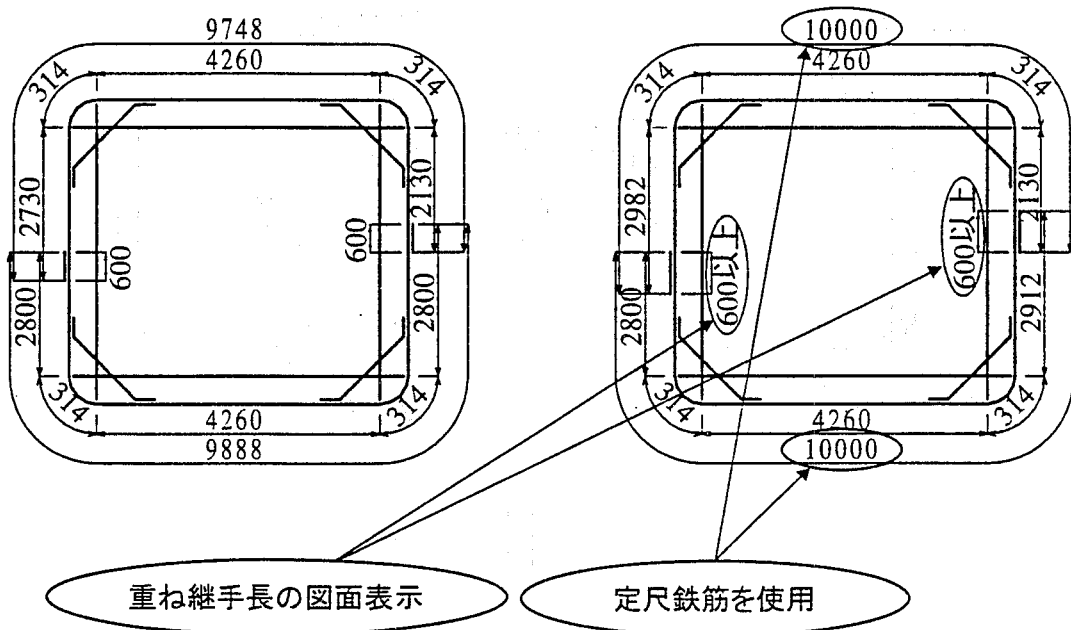
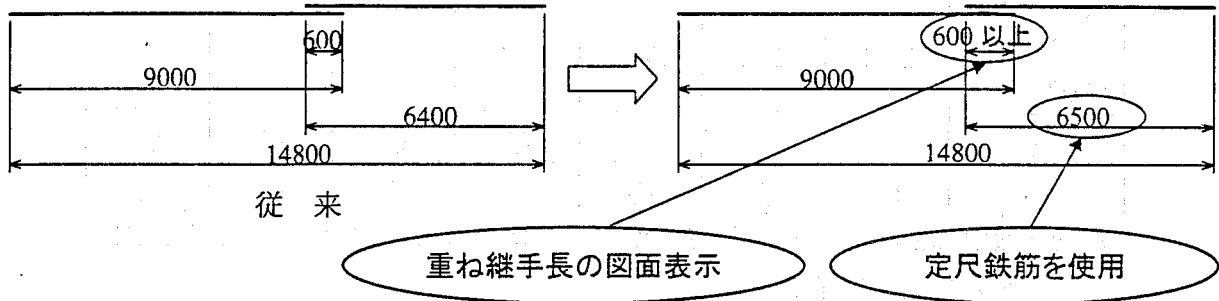
径 \ 配筋間隔	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32
125mm				○	○	○	○
250mm	○	○	○	○	○	○	○

※鉄筋本数の低減を目的とし、応力度や鉄筋の定着などに支障のない限り配筋間隔を250mmとすることが望ましい。



POINT 5

定尺鉄筋を用いた配筋



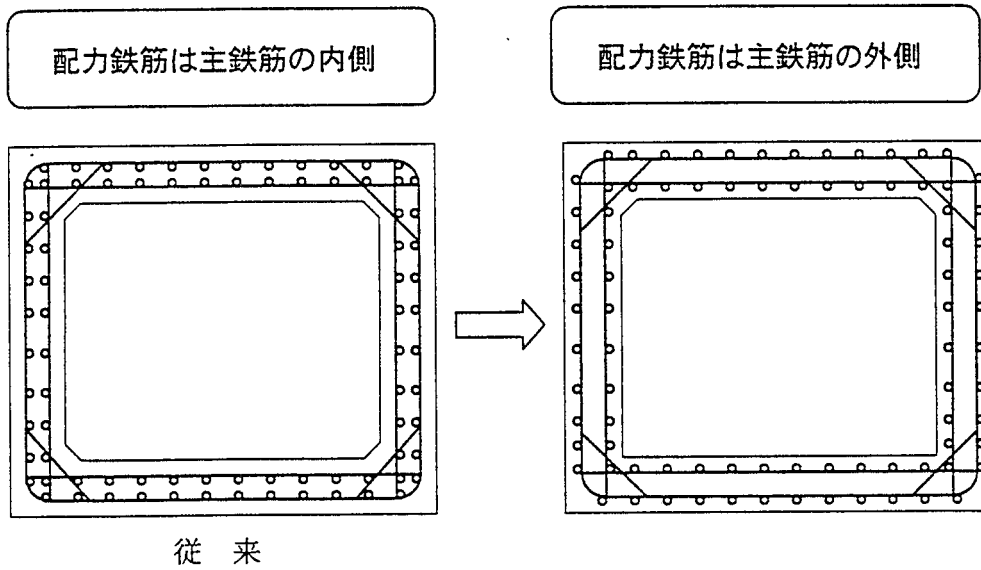
設計上のポイント

重ね継手長で調整して定尺鉄筋を用いた場合には、鉄筋の組立・検査が容易になるように重ね継手長 la 以上 と設計図面に図示する。

$$\text{重ね継手長 } la = \frac{\sigma_s a}{4 \tau_o a} \phi \quad (\text{10mm 単位に切り上げ})$$

POINT 6

配力鉄筋位置の変更



設計上のポイント

設計図面には、かぶり詳細図や鉄筋組立図などを用いて、配力鉄筋を主鉄筋の外側に配置するようにわかりやすく図示する。

POINT 3 かぶり詳細図参照