

⑦カルバート工指針 『平成 21 年度版の主な改訂内容について』

(株)セイミツ 谷相 理嗣

はじめに

道路土工をとりまく情勢の変化と技術の進展に対応すべく、道路土工指針の全面的な改訂が進められている。今回の改訂では、これまで『道路土工要綱』と 8 つの指針で構成されていた体系から、『道路土工要綱』と 6 つの指針に再編され、『性能規定設計』の考え方を取り入れるなど、将来の技術の進歩や社会的状況の変化に対しても柔軟に適合することを目指した改訂内容となっている。

本稿は、平成 11 年 3 月の改訂から 11 年が経過して、今回『平成 21 年度版』として改訂された『道路土工—カルバート工指針』の主要な改訂内容について概説するものである。

主な改訂点

今回改訂された『道路土工—カルバート工指針（平成 21 年度版）』の主な改訂点を以下に列記する。

- ① 指針が適用対象とする構造物を明らかにした。
- ② 性能規定の枠組みを取り入れた設計法を採用する際に基づくべき、解析手法、設計方法、材料、構造等に関する基本的な考え方を示した。
- ③ 性能規定に関する基本的な考え方における従前の慣用的な設計法の位置付けを示し、従前の慣用的な設計法によるカルバートとそれ以外の方法により設計するカルバートを明確化した。
- ④ 従前の慣用的な設計法を適用するカルバートにおいても、構造物本体、基礎、埋戻し、構造細目等の項目を揃え、各項目で満たすことが必要となる要件や仕様等を整理した。
- ⑤ その他、カルバートの構築に関する基礎知識として必要となる、カルバートの変状・損傷の主な発生形態の記述の具体化、カルバートにおける基礎地盤対策の考え方の整理、高耐圧ポリエチレン管等の新材料の追記を行った。

また、従来の指針(平成 10 年度版)と今回改訂された指針(平成 21 年度版)の目次を基に、指針の構成を比較したものを表 2-1 に示す。

表-1 新・旧指針の目次と頁数

平成 10 年度版(H11.3)		平成 21 年度版(H22.3)	
目次	頁数	目次	頁数
第1章 総論	6	第1章 総説	19
第2章 調査・計画	18	第2章 カルバート工の基本方針	5
第3章 設計	144	第3章 調査・計画	23
3-1 設計一般	(18)	第4章 設計に関する一般事項	43
3-2 剛性ボックスカルバートの設計	(48)	第5章 剛性ボックスカルバートの設計	77
3-3 剛性パイプカルバートの設計	(40)	第6章 パイプカルバートの設計	95
3-4 たわみ性カルバートの設計	(38)	第7章 施工	23
第4章 施工	24	第8章 維持管理	19
第5章 維持管理	16	第9章 道路占用等	14
第6章 道路占用等	12		
合計頁数	220	合計頁数	318

新・旧指針の目次とページ数から、

- ① 指針の構成が 6 章から 9 章に再編され、指針のページ数が 220 から 318 に 98 ページ増加している。
- ② 旧指針の第 1 章総論が新指針では第 1 章総説と第 2 章カルバート工の基本方針に再編され、ページ数が 6 から 24 に 18 ページ増加している。
- ③ 旧指針の第 3 章設計が新指針では第 4 章設計に関する一般事項、第 5 章剛性ボックスカルバートの設計、第 6 章パイプカルバートの設計に再編され、設計に関するページ数が 144 から 215 に 71 ページ増加している。

ことが読み取れ、今回の改訂の主要点は道路土工として取り扱うカルバートの基本事項を示した『第 1 章 総説（第 2 章 カルバート工の基本方針を含む）』と設計要領を示した『第 3 章～第 5 章』にあることがうかがえる。

また、指針の表記方法は、各条項の冒頭に規定事項を枠囲いして示し、枠囲いした条項に続いてその解説を記載する要領となっている。

第 1 章 総 説

『第 1 章総説』では、本指針の適用範囲、用語の定義、カルバートの概要について記載され、この中で、従来よりの慣用的設計方法で要求性能を確保するとみなすことができるカルバート(以下、『従来型カルバート』という)の適用範囲と適用条件が示されている。

1-1 適用範囲

本指針は、道路土工におけるカルバートの計画、調査、設計、施工及び維持管理に適用する。

本指針の適用範囲は、第 1 章の『1-1 適用範囲』において前述の枠囲いのように規定されている。また、『本指針でいうカルバートとは、

道路の下を横断する道路や水路等の空間を得るために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物であり、橋、高架の道路、非開削で施工される構造物等以外のものとする。また、本指針ではこれらの中で「カルバートの種類と適用」に述べる従来型カルバートと同程度の規模のものについて述べており、それらを特に大きく超える大規模なカルバートについては取り扱わない。ただし、共同溝に関しては『共同溝設計指針』を参照されたい。』と解説されている。

関連する法令、基準、指針等として、『道路構造令の解説と運用』、『道路橋示方書・同解説 I～V編』、『舗装の構造に関する技術基準・同解説』、『駐車場設計施工指針』、『共同溝設計指針』、『地盤調査の方法と解説』、『地盤材料試験の方法と解説』が記載され、これら準拠する基準・指針類が改訂され、参照される事項について変更がある場合は、新旧の内容を十分に比較したうえで適切に準拠するよう解説されている。

1-2 用語の定義

カルバート、裏込め、内空断面等、指針で用いられる用語の意味を定義。
例(1)カルバート、カルバート工
道路の下を横断する道路や水路等の空間を得るために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物をカルバートといい、カルバートを構築する一連の行為をカルバート工という。

1-3 カルバートの種類と適用

カルバートの種類と適用について『1-3 カルバートの概要』の中で示されており、今回の指針ではカルバートの種類を『従来型カルバート』と『従来型カルバート以外』に大別している。

1) 従来型カルバート

従来型カルバートは、以下に列記する適合条件を満たし、表-2 に示す適用範囲に該当する

表-2 従来型カルバートの適用範囲

適用範囲

カルバートの種類		項目	適用土かぶり (m)	断面の大きさ (m)
剛性ボックスカルバート	ボックスカルバート	場所打ちコンクリートによる場合	0.5~20.0m	内空幅 B: 6.5mまで 内空高 H: 5.0mまで
		プレキャスト部材による場合	0.5~6.0m	内空幅 B: 5.0mまで 内空高 H: 2.5mまで
	門形カルバート		0.5~10.0m	内空幅 B: 8.0mまで
	アーチカルバート	場所打ちコンクリートによる場合	10.0m以上	内空幅 B: 8.0mまで
プレキャスト部材による場合		0.5~14.0m	内空幅 B: 3.0mまで 内空高 H: 3.2mまで	
剛性パイプカルバート	遠心力鉄筋コンクリート管	0.5~20.0m	3.0mまで	
	プレストレストコンクリート管	0.5~31.0m	3.0mまで	
たわみ性パイプカルバート	コルゲートメタルカルバート	(舗装厚+0.3m)または0.6mの大きい方~80m		4.5mまで
	硬質塩化ビニルパイプカルバート(円形管(VV)の場合)	(舗装厚+0.3m)または0.5mの大きい方~7m		0.7mまで
	強化プラスチック複合パイプカルバート	(舗装厚+0.3m)または0.5mの大きい方~10m		3.0mまで
	高耐圧ポリエチレンパイプカルバート	(舗装厚+0.3m)または0.5mの大きい方~26m		2.4mまで

カルバートで、指針『第5章』及び『第6章』に規定する、従来よりの慣用的設計法で設計で

きる。

従来型カルバートの適合条件

- 1) 裏込め・埋戻し材料は土であること。
- 2) カルバートの縦断方向勾配が10%程度以内であること。
- 3) 本体断面にヒンジがないこと。
- 4) 単独で設置されること。
- 5) 直接基礎により支持されること。
- 6) 中柱によって多連構造になってないこと。
- 7) 土被り 50cmを確保すること。

2) 従来型カルバート以外

従来型カルバートの適用範囲外である場合は、『適合条件を満たしていない場合は原則として「第4章 設計に関する一般事項」に従い、カルバートの要求性能が満足されていることを照査することとする。但し、適用範囲と大きく異なる範囲で従来型カルバートと同様の材料特性や構造特性を有すると認められる場合には、慣用設計法の適用の範囲を妨げるものではない。なお、従来型カルバートの適用範囲を特に大きく超える大規模なカルバートについては本指針の適用範囲外とする。』と解説されている。

第2章 カルバート工の基本方針

第2章はカルバートの目的、カルバート工の計画・調査・設計・施工・維持管理等に対する留意事項が以下のように規定されている。

2-1 カルバートの目的

カルバートは、供用開始後の長期間に渡り、道路の下を横断する道路や水路等のための空間及び機能確保するとともに、上部道路の交通の安全かつ円滑な状態を確保することを基本的な目的とする。

2-2 カルバート工の基本

- (1) カルバート工の実施に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- (2) カルバート工の実施に当たっては、カルバートの特性を踏まえて計画・調査・設計・施工・維持管理を適切に実施しなければならない。

カルバート工における留意事項

- 1) 使用目的との適合性
カルバートが計画どおりに利用できる機能のことであり、利用者が安全かつ快適に利用できる供用性等を含む。
- 2) 構造物の安全性
常時の作用、降雨時の作用、地震動の作用等に対し、カルバートが適切な安全性を有していること。

- 3) 耐久性
経年的な劣化が生じたとしても使用目的との適合性や構造物の安全性が大きく低下することなく、所要の性能が確保できることである。(沈下・磨耗・腐食等に対して耐久性を確保)
- 4) 施工品質の確保
使用目的との適合性や構造物の安全性を確保するために確実な施工が行える性能を有すること。
・設計時⇒構造細目への配慮。
・施工時⇒良し悪しが耐久性に及ぼす影響を認識し、品質確保に努める。
- 5) 維持管理の容易さ
使用中の日常点検、材料の状態の調査、補修作業等が容易に行えること。
- 6) 環境との調和
カルバートが建設地点周辺の社会環境や自然環境に及ぼす影響を軽減あるいは調和させること、及び周辺環境にふさわしい景観性を有すること。
- 7) 経済性
ライフサイクルコストを最小化する観点から、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持管理費を含めた費用がより小さくなるように心がけること。

第 3 章 調査・計画

本章は、従来の指針(平成 10 年度版)の『第 2 章』に該当する部分で、指針の内容について大きな改訂はないが、従来の指針で一般的な構造物に対する地盤の許容支持力度の目安として記載されていた設計諸定数の記述が、今回の指針では『第 4 章 設計に関する一般事項』に移行するなど、調査・計画に関する規定と設計に関する規定を明確に区分するよう再編されている。

3-2 調査項目

- (1) 地形・地質及び地表水・地下水に関し、以下の項目について調査を行う。
 - 1) 地層の性状及び傾斜
 - 2) 地表水の状況、地下水の有無、伏流水の系統、方向、水量等
- (2) 土質及び地盤に関し、以下の項目について調査を行う。
 - 1) 土圧の計算及び土質特性の確認に必要な設計定数
 - 2) 基礎地盤の支持力の計算に必要な設計定数
 - 3) 圧密沈下の検討に必要な設計定数
- (3) 周辺構造物がある場合には、周辺構造物の構造形式・健全度等の状況、設計図書・施工記録等の資料について調査を行う。

上記(2)に関連して、設計に使用する設計定数の取扱いについて、室内試験や原位置試験等の結果に基づき諸定数を検討する必要があるものと、『第 4 章 4-3 土の設計諸定数』に示された値を適用することができるもの等について以下のように解説されている。

- 1) 土圧の計算に必要な土の単位体積重量 (γ) 及びせん断抵抗角 (ϕ) 等を求める調査である。なお、『第 4 章 設計に関する一般事項 4-3 土の設計諸定数』において、土質試験を行うことが困難な場合には、裏込め土の種類に応じて経験的に推定した従来から使用されている値を用いても良いことが記載されている。
- 2) 基礎地盤の支持力の計算に必要な設計定数に関する調査として
 - ① 門形カルバート等の底版を有さないカルバート、大規模なカルバート、特殊な構造形式のカルバート、特殊な施工条件となるカルバート、重機等により供用開始後に比べて施工時に大きな上載荷重が加わるようなカルバートについて、地盤の支持力度を室内試験、原位置試験等の結果に基づいて慎重に検討する必要がある。
 - ② 大規模なカルバート、重要度の高いカルバート、あるいはゆるい砂質地盤、軟らかい粘土地盤上のカルバートで、変位制限が厳しい場合には別途カルバートの沈下や変位の影響についても慎重な検討が必要である。
 - ③ 上記以外のカルバートでは、一般的にカルバート基礎地盤の支持力やカルバートの沈下量について室内試験や原位置試験により調べる必要はなく、『第 4 章 設計に関する一般事項 4-3 土の設計諸定数』に示す解表 4-7 支持地盤の種類と許容支持力度(経験的に推定し、従来から使用されている諸定数)により判断してよい。
- 3) 地盤が粘性土層で軟弱な場合は、圧密沈下に対する検討が必要である。
『3-3 カルバートの計画』では、『3-3-1 カルバートの構造形式及び基礎地盤対策の選定』に、従来の指針(平成 10 年度版)の『2-2-3 内空断面～2-2-7 施工条件』、『2-3 構造形式の選定』、『2-4 基礎形式の選定』として記載されていた事項を取りまとめて記載されている。
なお、基礎形式については、直接基礎を原則とし、対策をせずに直接基礎を適用することが困難な場合には、最適な『基礎地盤対策』を選定するよう解説され、ボックスカルバート基礎地盤対策選定フロー図が示されているなど、計画にあたり留意を要す。

第 4 章 設計に関する一般事項

第 4 章は、設計に関する基本方針、設計に用いる荷重、土の設計諸定数、使用材料、許容応力度について規定された章で、今回の指針で取り入れられた『性能規定型設計』への移行に向けて改訂された設計要領の根幹をなす部分である。

4-1 基本方針

4-1-1 設計の基本

- (1) カルバートの設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- (2) カルバートの設計に当たっては、原則として、想定する作用に対して要求性能を設定し、それを満足することを照査する。
- (3) カルバートの設計は、論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。

設計の基本として、(1) では設計にあたり、『2-2 カルバート工の基本』に示されたカルバート工における留意事項を十分に考慮するよう規定されている。(2) には、性能規定型設計の実施要領が、(3) には、設計手法が規定されている。この設計手法の中で、これまでの設計方法は、『これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法』として、『第 5 章 剛性ボックスカルバートの設計』及び『第 6 章 パイプカルバートの設計』として網羅されている。

4-1-2 想定する作用

カルバートの設計に当たって、想定する作用は、以下の示すものを基本とする。

- (1) 常時の作用
- (2) 地震時の作用
- (3) その他

(1) 常時の作用

死荷重、活荷重・衝撃、土圧、水圧及び浮力等、カルバートに常に作用すると想定される作用を考慮する。また、著しい降雨による地下水位上昇が想定される場合には、その影響を考慮する。

(2) 地震時の作用

- ・ レベル 1 地震動（供用期間中に発生する確率が高い地震動）とレベル 2 地震動（供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動）の 2 種類の地震動を想定する。
- ・ レベル 2 地震動については、タイプ 1 の地震動（プレート境界型の大規模地震を想定したタイプ）及びタイプ 2（内陸直下型地震を想定したタイプ）の 2 種類を考慮すること。

(3) その他

凍上、塩害の影響、酸性土壌中での腐食等の特殊な環境により耐久性に影響する作用等があり、カルバートの設置条件により適宜考慮する。

4-1-3 カルバートの要求性能

- (1) カルバートの設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性について、**安全性、供用性、修復性**の観点から、次の(2)～(4)に従って要求性能を設定することを基本とする。
- (2) カルバートの要求性能の水準は、以下を基本とする。
 - 性能1**: 想定する作用によってカルバートとしての健全性を損なわない性能。
 - 性能2**: 想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、カルバートとしての機能の回復を速やかに行い得る性能。
 - 性能3**: 想定する作用による損傷がカルバートとして致命的とならない性能。
- (3) カルバートの重要度の区分は、以下を基本とする。
 - 重要度1**: 万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合。
 - 重要度2**: 上記以外の場合。
- (4) カルバートの要求性能は、想定する作用とカルバートの重要度に応じて、上記(2)に示す要求性能の水準から適切に選定する。

(1) カルバートに必要とされる性能

安全性: 想定する作用による変状によって人命を損なうことのないようにするための性能をいう。

供用性: 想定する作用による変状や損傷に対して、カルバートや上部道路が本来有すべき通行機能、及び非難路や救助・救急・医療・消火活動・緊急物資の輸送路としての機能、あるいは水路としての機能を維持できる性能をいう。

修復性: 想定する作用によって生じた損傷を修復できる性能をいう。

(2) カルバートの要求性能の水準

性能 1: 安全性、供用性、修復性すべてを満たすもの。（通常の維持管理程度の修復でカルバートとしての機能を確保できることを含む）

性能 2: 安全性及び修復性を満たすもの。（カルバートとしての機能が応急復旧程度の作業により速やかに回復できることを意図）

性能 3: 供用性、修復性は満足できないが、安全性を満たすもの。（カルバートに大きな変状が生じて、カルバートの崩

壊により内部空間及び隣接する施設等に致命的な影響を与えないことを意図)

(3) カルバートの重要度

重要度の区分は、カルバートが損傷した場合のカルバート内部の道路の交通機能や水路の機能及び上部道路の交通機能への影響と、隣接する施設等に及ぼす影響の重要性を総合的に勘案して定めること。(カルバートが損傷した場合の道路交通への影響は、必ずしも道路の規格による区分を指すものではなく、カルバートの設置条件、迂回の有無や緊急輸送路であるか否か等、万一損傷した場合に道路のネットワークとしての機能に与える影響の大きさを考慮して判断することが望ましい)

(4) カルバートの要求性能

表-3 カルバートの要求性能の目安

想定する作用		重要度	
		重要度1	重要度2
常時の作用		性能1	性能1
地震時の作用	レベル1地震動	性能1	性能2
	レベル2地震動	性能2	性能3

常時の作用：重要度にかかわらず「性能1」を要求。

地震時の作用：一律に設定することは困難な面があること、膨大なストックを有する土工構造物の耐震化対策には相応のコストを要すること等を考慮して重要度に応じて要求性能を区分。なお、カルバートの「性能2」や「性能3」の照査では、カルバートに許容する損傷の程度の評価が必要となるが、現状の技術水準では定量的な照査が困難である場合も多い。このため、カルバートの「性能2」や「性能3」を要求する場合には、震前対策と震後対応等の総合的な危機管理を通じて必要な性能の確保が可能となるように努めることも重要である。なお、道路震災対策の考え方については「道路震災対策便覧」に示されている。

4-1-4 性能の照査

- (1) カルバートの設計に当たっては、原則として、要求性能に応じて限界状態を設定し、想定する作用に対するカルバートの状態が限界状態を超えないことを照査する。
- (2) 設計に当たっては、設計で前提とする施工、施工管理、維持管理の条件を定めなければならない。
- (3) 従来型カルバートについては、第5章及び第6章に従って設計し、第7章以降に基づいて施工、維持管理を行えば、(1)、(2)を行ったとみなしてよい。

性能照査の要領を規定したもので、(3) におい

て、従来型カルバートについては、第5章及び第6章に従って設計し、第7章以降に基づいて施工、維持管理を行えば、(1)、(2)を行ったとみなしてよいと規定されている。

4-1-5 カルバートの限界状態

- (1) 性能1に対するカルバートの限界状態は、想定する作用によって生じる変形・損傷が**カルバートの機能を確保でき得る範囲内**で適切に定めるものとする。
- (2) 性能2に対するカルバートの限界状態は、想定する作用によって生じる**カルバートの変形・損傷が修復を容易に行い得る範囲内**で適切に定めるものとする。
- (3) 性能3に対するカルバートの限界状態は、想定する作用によって生じる**カルバートの変形・損傷が内部空間及び隣接する施設等への甚大な影響を防止し得る範囲内**で適切に定めるものとする。

カルバートの要求性能に応じた限界状態を規定したものである。

4-1-6 照査方法

照査は、カルバートの種類、想定する作用、限界状態に応じて適切な方法に基づいて行うものとする。

- ① 性能1に対する照査
 - 1) カルバート及び基礎地盤に生じる変位が、カルバート及び上部道路に悪影響を与えない変位量以下となること。
 - 2) カルバート及び基礎地盤に生じる地盤反力度が、許容支持力度以下となること。
 - 3) カルバートを構成する部材に生じる応力度が、許容応力度以下となること。
 - 4) 継手は、カルバートに悪影響を与えない範囲の変位量以下となること。
- ② 性能2、性能3に対する照査

カルバートの塑性化を考慮する場合には、「道路橋示方書・同解説」を参考に塑性化を考慮した手法により照査を行うのがよい。
- ③ 地震動の作用に対する照査方法
 - 1) 動的照査法（構造物の地震時挙動を動力学的に解析・評価する手法）
 - 2) 静的照査法（構造物の地震時挙動を静力学的に解析・評価する手法）
 - 3) カルバート周辺の盛土・地盤の影響を考慮する手法
 - ・ 地震時土圧として考慮する手法
 - ・ 地盤の変位を考慮する手法：応答変位法、応答地震法（FEM系静的解析手法）

また、指針解表 4-2 (P56～57) には、前述した要求性能、限界状態、カルバートの構成要素と照査項目・照査手法等を一覧表に整理した『カルバートの限界状態と照査項目（例）』が示されている。（次ページ参照）

解表 4-2 カルバートの限界状態と照査項目(例) 〈指針 P56~57 抜粋〉

要求性能	カルバートの限界状態	構成要素	構成要素の限界状態	照査項目	照査手法
性能1	カルバートの機能を確保でき得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	カルバートが安定であるとともに、基礎地盤の力学特性に大きな変化が生じず、かつ基礎地盤の変形がカルバート本体及び上部道路に悪影響を与えない限界の状態	変形	変形照査
		カルバートを構成する部材	力学特性が弾性域を超えない限界の状態	安定性	安定性照査・支持力照査
		継手	損傷が生じない限界の状態	強度	断面力照査
性能2	カルバートに損傷が生じるが、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
		カルバートを構成する部材	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	安定性	支持力照査
		継手	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
性能3	カルバートの変形・損傷が内部空間及び隣接する施設等への甚大な影響を防止し得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	隣接する施設等への甚大な影響を与えるような変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
		カルバートを構成する部材	カルバートの耐力が大きく低下し始める限界の状態	安定性	支持力照査
		継手	継手としての機能を失い始める限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
				変位	変位照査

4-2 設計に用いる荷重

従来の指針(平成10年度版)の『3-1-1 荷重』として記載されていた内容が、『4-2 設計に用いる荷重』として再編される。作用する荷重の種類、載荷要領、荷重の組合せ等について『4-2-1 一般』に規定される。なお、『4-2-8 地震の影響』が改訂されているので留意を要す。

4-2-1 一般

- (1) カルバートの設計に当たっては、以下の荷重から、カルバートの設置地点の諸条件、構造形式等によって適宜選定するものとする。
主荷重:死荷重・活荷重・衝撃・土圧、水圧及び浮力、コンクリートの乾燥収縮の影響
従荷重:温度変化の影響、地震の影響
主荷重に相当する特殊荷重:地盤変位の影響
- (2) カルバートの設計に当たって考慮する荷重の組合せは、同時に作用する可能性が高い組み合わせのうち、最も不利となる条件を考慮して設定するものとする。
- (3) 荷重は、想定する範囲内でカルバートに最も不利な断面力あるいは変位が生じるように作用させるものとする。

一般的な荷重の組合せ

- 1) 死荷重+活荷重・衝撃+土圧(+水圧及び浮力)
- 2) 死荷重+土圧(+水圧及び浮力)
- 3) 死荷重+地震の影響

4-2-8 地震の影響

地震の影響として次のものを考慮する。

- (1) カルバートの自重に起因する地震時慣性力(以下、慣性力という)
- (2) 地震時土圧
- (3) 地震時の周辺地盤の変位または変形
- (4) 地盤の液状化の影響

カルバートの地震動の作用に対する照査において考慮すべき地震の影響の種類は、地盤条件、構造条件、解析モデルに応じて適切に選定するものとする。

(1) 慣性力

静的照査法による照査

- 1) カルバートの重量に設計水平震度を乗じた水平力とする。
- 2) 設計水平震度の値は、地震動レベル、構造形式、カルバート設置地点の諸条件に応じて適切に設定する。
- 3) 従来型カルバートについては第5章に設計水平震度を記載。

動的照査法による照査

- 1) 『道路橋示方書・同解説 V耐震設計編』を参考に、目標とする加速度応答スペクトルに近似したスペクトル特性を有する加速度波形を用いる。
- 2) 地震動の入力位置を耐震設計上の基盤面と

する場合には、地盤の影響を適切に考慮して設計地震動波形を設定する。

- (2) 『地震時土圧』及び『地震時の周辺地盤の変位または変形』

地震時土圧

- 1) 静的照査法による照査方法として、周辺地盤からの地震動による作用を地震時土圧として構造物に作用させる方法。
- 2) 『道路橋示方書・同解説 V耐震設計編』に示される地震時土圧を参考に設定してよい。

地震時の周辺地盤の変位または変形

- 1) 静的照査法による照査方法として、周辺地盤からの地震動による作用を地震時の周辺地盤の変位あるいは変形として考慮する方法。
- 2) 地震動レベル、地盤条件、解析手法に応じてその影響を適切に設定する。その際「共同溝設計指針」や「駐車場設計施工指針」等を参考にするとよい。
- (3) 地盤の液状化の影響

- 1) カルバートが地下水位以下に埋設される場合で、周辺地盤が液状化する可能性がある場合には、過剰間隙水圧による浮力を考慮して浮上がりに対する安定性を検討する。
- 2) 液状化後の過剰間隙水圧の消散に伴う基礎地盤の沈下の影響がカルバート本体の安定や内部空間の確保に影響を与えるおそれがある場合には、必要に応じてこれらの影響を考慮する。
- 3) 軟弱地盤で地下水位が高い場合には、置換え砂や埋戻土の安定処理を行う、砕石等の透水性の高い材料を用いる、十分な締固めを行う等の液状化が生じないような処理を施すこと原則とする。

4-2-9 地盤変位の影響

供用中の地盤の圧密沈下等による地盤変位がカルバートの健全性に影響を与えるおそれがある場合には、この影響を適切に考慮するものとする。

『4-3 土の設計諸定数』は、土の強度定数 ($\phi \cdot C$)、土の単位体積重量 (γd)、地盤の支持力度、基礎底面と地盤との間の摩擦角と付着力について、解説するとともに、従来の土工指針及び道路橋示方書・同解説等に記載された『経験的に推定し、従来から使用されている諸定数』が記載されている。

また、『4-4』は使用材料、『4-5』は許容応力度について、従来の指針で「3-1-2 材料と許容応力度」として記載されていた内容を、条文と

解説に体系化して表記されている。

第 5 章 剛性ボックスカルバートの設計

第 5 章は、従来型の剛性ボックスカルバートとしての要件を満たすカルバートの設計要領が取りまとめられている。

5-1 基本方針

- (1) 従来型剛性ボックスカルバートは、以下に従って設計してよい。
- (2) 剛性ボックスカルバートの設計に当たっては、適切な設計断面を設定し、5-2 に示す荷重に対して 5-3 に従いカルバートの安定性、及び 5-4 に従い部材の安定性の照査を行うものとする。また、必要に応じて 5-5 に従い耐久性の検討を行うものとする。
- (3) 上記は第 7 章及び第 8 章に示されている施工、施工管理、維持管理が行われることを前提とする。

前述(『カルバートの種類と適用』を参照)した従来型剛性ボックスカルバートの適用範囲と適合条件を満たすカルバートを対象とした設計方法で基本的に従来の指針(平成 10 年度版)と同様の手法を体系化して再編している。従来の指針(平成 10 年度版)と相違する事項を主眼に各項目の改訂ポイントを列記する。

5-2 荷重

- ① 従荷重の『温度変化の影響』は、従来の指針ではボックスカルバート及びアーチカルバートでは「考慮する必要のない荷重 (×)」とされていたが、今回、「影響が特にある場合を除いて一般には考慮する必要のない荷重 (△)」にランクアップされている。
- ② 従荷重『地震の影響』は、従来の指針ではボックスカルバート及びアーチカルバートでは「考慮する必要のない荷重 (×)」から「影響が特にある場合を除いて一般には考慮する必要のない荷重 (△)」に、門形カルバートでは「特にある場合を除いて一般には考慮する必要のない荷重 (△)」から「必ず考慮する荷重 (○)」にランクアップされている。
- ③ 『乾燥収縮の影響』及び『温度変化の影響』は、土被り 50cm 以上となる従来型ボックスカルバートでは一般に考えなくてよい。
- ④ 『地震の影響』は、門形カルバートでは慣性力と地震時土圧を考慮する。カルバートが地下水位以下に埋設される場合で、周辺地盤の液状化の発生が想定される場合には、必要に応じて過剰間隙水圧を考慮して浮上がりに対する検討を行う。

- ⑤地盤変位の影響は、剛性ボックスカルバート完成後、地盤の圧密沈下等による不同沈下によりカルバートに悪影響を与えるおそれがある場合には、その影響を考慮する。

5-3 剛性ボックスカルバートの安定性の照査

- ① 第 5 章で対象とする従来型剛性ボックスカルバートは、「直接基礎により支持されること」を適合条件としていることから、直接基礎を基本としている。従来の指針『3-2-2 場所打ちボックスカルバート (3) 基礎工の設計〈P58〉』に記述されていた杭基礎の記述は削除される。
- ② 安定性の照査項目（支持・滑動・変位）を明示し、地中に埋設される（門形カルバートを除く）カルバートについては、基礎地盤に作用する鉛直荷重が施工前の先行荷重よりも小さくなること等を踏まえて、安定性の照査を省力してよいと記載している
- ③ 浮上がり（浮力）に対する安定の照査は、従来の指針『3-2-1 共通 (2) 設計に用いる荷重〈P52〉』の中で、「地下水位の高い所に埋設するカルバートで、内部空間を道路として利用する場合は、検討する必要がある。」としていた。今回の指針では、地下水位以下に剛性ボックスカルバートを埋設する場合を対象に、設計に用いる地下水位の設定方法等について詳細に解説されている。

5-4 部材の安全性の照査

- ① 部材の設計法及び断面力の算出方法、応力度の照査方法は従来と同様。
- ② 部材の安全性に対する照査方法を条文に規定して明示する。

5-5 耐久性の検討

耐久性に対する検討事項として『塩害に対する検討』が追加されており、塩害が予想される箇所での計画・設計にあたっては適切なかぶり量を確保するよう留意する必要がある。

- ① 判定区分及び対策工法は『道路橋示方書・同解説』に準じるが、直接外気に接する鉄筋コンクリート部材の対策区分は、損傷実態等を十分に検討して『対策区分を 1 段階上下に変更してもよい』など、橋梁と異なる構造物の形態を判定区分に反映している。
- ② 路面凍結防止剤を使用することが予想される場合、同等の条件下における既設構造物の損傷状況等を十分把握し、十分なかぶりを確保する必要がある。一般には対策区分 I 相当を想定して十分なかぶりを確保するのが望ましい。

5-6 鉄筋コンクリート部材の構造細目

カルバートの鉄筋コンクリート部材の設計に当たっては、構造物に損傷が生じないための措

置、構造上の弱点を作らない配慮、弱点と考えられる部分の補強方法、施工方法等を考慮し、設計に反映させることを目的に、構造細目として追記された項目である。

具体的には、最小鉄筋量、最大鉄筋量、鉄筋のかぶり、鉄筋のあき、鉄筋の定着、鉄筋のフック及び曲げ形状、鉄筋の継手、せん断補強鉄筋、配力鉄筋及び圧縮鉄筋について、構造細目が規定され、『道路橋示方書IV下部構造編・同解説』に準じて対処するよう解説されている。なお、『土木構造物設計マニュアル (案)』の配筋仕様等との関連も念頭において細目の詳細を決定する必要がある。

5-7 場所打ちボックスカルバートの設計

- (1) 場所打ちボックスカルバートは、常時での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度により、設計上最も不利となる状態を考慮して設計するものとする。
- (2) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。必要に応じて剛域の影響を考慮して設計するものとする。
- (3) カルバートの安定性の照査は、5-3に準じる。
- (4) 裏込めは、路面の平坦性が確保できる盛土材料の使用、土の締固め度としなければならない。
- (5) 継手はカルバート相互の一体性及び止水性を確保するとともに、施工性を考慮して設けるものとする。
- (6) カルバートの先端が盛土の外に出る場合には、現地の条件に応じて、適切にウイングを設ける。
- (7) 構造細目は、耐久性、使用性を満足する構造としなければならない。
- (8) 標準設計や図集を用いることによって、設計・施工の標準化による業務の簡素化を図ってもよい。

- ① 設計要領、設計条件を規定する。
- ② 関連する解説内容の中で、従来の指針（H10 年度の指針）と比較して、せん断力の照査要領に相違がみられる。（実質的なせん断照査位置が、節点位置から支間側に照査対象部材の有効高×2 の位置から、壁前面から支間側に部材高×1/2 の位置に変更）
- ③ 裏込め、継手、ウイング等の細目については、基本的な記載内容は従来と同様であるが、継手の設計の中で、『継手間隔は 10~15m 程度を原則、施工位置として土かぶり 1m 以下の場合には中央分離帯に設ける。』ウイングの設計の中で、『ウイング先端までの長さは最大 8m とする。』等、従来の指針に比べて、具体的な数値が明示されている。
- ④ 従来 (H10 年度版) の指針で、基礎工の設計で記載されていた杭基礎が削除される。

従来 (H10 年度) の指針

せん断照査位置 : $X=0$ (節点位置)
 $X=2 \times d$ の 2 箇所
 せん断応力度の照査にあたり、 $X=0 \sim 2d$ 区間は下記の許容応力度の割増係数を適用
 $\alpha = 2 - X / (2 \times d)$

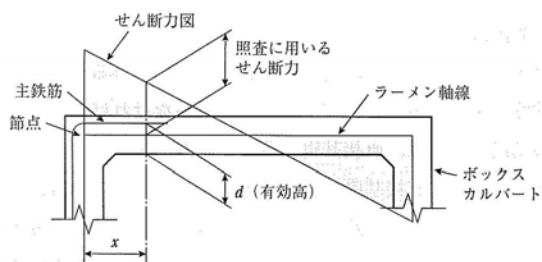
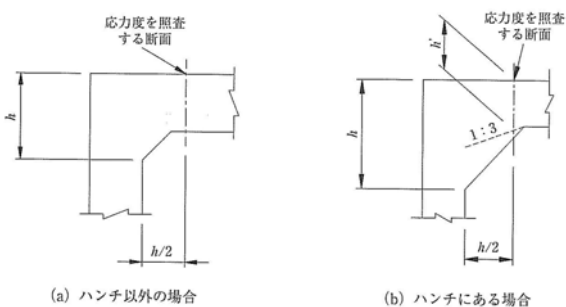


図 3-18 コンクリートのみでせん断力を負担する場合のせん断力に対する照査位置

新指針 (H21 年度改訂指針)

せん断照査位置 : $h/2$ の位置



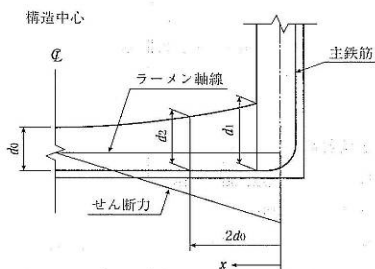
解図 5-15 せん断力に対する照査位置

5-8 プレキャストボックスカルバートの設計

① 設計要領、設計条件を規定する。

従来 (H10 年度) の指針

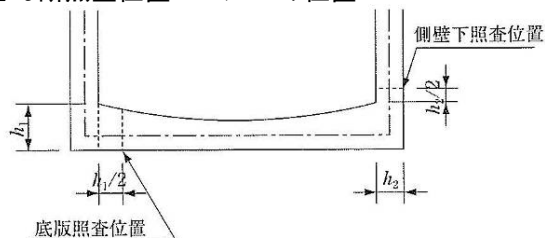
せん断照査位置 : $X=0$ (節点位置)
 $X=2 \times d$ の 2 箇所
 せん断応力度の照査にあたり、 $X=0 \sim 2d$ 区間は下記の許容応力度の割増係数を適用
 $\alpha = 2 - X / (2 \times d)$



インバート部のせん断応力度の照査位置と部材の有効高さのとり方

新指針 (H21 年度改訂指針)

せん断照査位置 : $h/2$ の位置



② 関連する解説内容の中で、従来 (H10 年度) の指針と比較して、せん断力の照査要領に相違がみられる。(実質的なせん断照査位置が、節点位置から支間側に照査対象部材の有効高 $\times 2$ の位置から、壁前面から支間側に部材高 $\times 1/2$ の位置に変更)

③ 従来 (H10 年度版) の指針で、基礎工の設計で記載されていた杭基礎が削除される。

5-9 門形カルバートの設計

- (1) 門形カルバートは、常時及び地震時での死荷重での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度、地震の影響等により、設計上最も不利となる状態を考慮して設計するものとする。
- (2) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。
- (3) カルバートの安定性の照査は、支持力に対する照査及び必要に応じて滑動に対する照査を行う。
- (4) 裏込めの設計は、5-7 に準じるものとする。
- (5) 継手の設計は、5-7 に準じるものとする。
- (6) ウイングの設計は、5-7 に準じるものとする。
- (7) 構造細目は、5-7 に準じるものとする。

- ① 設計要領、設計条件を規定する。
- ② 地震の影響に対する取り扱い及び設計水平震度が改訂される。

表-4 設計水平震度比較表

	I 種地盤	II 種地盤	III 種地盤
H10 年度版	Kho=0.12	Kho=0.15	Kho=0.18
H21 年度版	Kho=0.16	Kho=0.20	Kho=0.24

※『道路橋示方書 V 耐震設計編: 地盤面におけるレベル 1 地震動の設計水平震度の標準値』に改訂。

③ 滑動に対する照査は、ストラットが設けられない場合や、基礎地盤が軟岩以上でも滑動防止をしない場合に行わなければならない。

5-10 場所打ちアーチカルバートの設計

- (1) 場所打ちアーチカルバートは、常時での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度等により、設計上最も不利となる荷重状態を考慮して設計するものとする。
- (2) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。
- (3) カルバートの安定性の照査は 5-3 に準じるものとする。
- (4) 裏込めの設計は、5-7 に準じるものとする。
- (5) 継手の設計は、5-7 に準じるものとする。
- (6) ウイングの設計は、5-7 に準じるものとする。
- (7) 構造細目は、5-7 に準じるものとする。

- ① 設計要領、設計条件を規定する。
- ② 設計要領は、従来 (H10 年度) の指針と同様。

5-11 プレキャストアーチカルバートの設計

- (1) プレキャストアーチカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) プレキャストアーチカルバートは、常時での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度等により、設計上最も不利となる状態を考慮して設計するものとする。この際、コンクリートの設計基準強度を適切に設定する。
- (3) 構造設計は5-10に準じたラーメンの構造解析を用い、縦断方向の設計及び断面設計は5-8に準じて行う。
- (4) 基礎の設計は、5-8に準じる。
- (5) 裏込めの設計は、5-8に準じる。
- (6) 継手の設計は、5-8に準じる。
- (7) プレキャストアーチカルバートでは、ウイングは原則として取り付けない。
- (8) 構造細目は、耐久性、使用性を満足する構造としなければならない。

- ① 設計要領、設計条件を規定する。
- ② 設計要領は、従来(H10年度)の指針と同様。

第6章 パイプカルバートの設計

第6章は、従来型のパイプカルバートとしての要件を満たすカルバートの設計要領が取りまとめられている。従来型パイプカルバートの設計要領は、基本的に従来の指針(平成10年度版)と同様で、各条項の表記方法が改訂されている。なお、従来の指針(平成10年度版)と相違する事項を主眼に各項目の改訂ポイントを列記する。

6-1 基本方針

- (1) 従来型パイプカルバートは、以下に従って設計してよい。
- (2) パイプカルバートの設計に当たっては、適切な設計断面を設定し、6-1-2に示す荷重に対してカルバートの安定性、及び部材の安定性の照査を行うものとする。また、必要に応じて耐久性の検討を行うものとする。
- (3) 上記は第7章及び第8章に示されている施工、施工管理、維持管理が行われることを前提とする。

- ① 計要領、設計条件を規定する。
- ② 設計要領は、従来(H10年度)の指針と同様。

6-2 剛性パイプカルバートの設計

- ① 埋設形式は、従来(H10年度)の指針と同様、突出型と溝型に分類。なお、従来(H10年度)の指針、突出型の中に記述されていた『軟弱地盤に埋設される管が杭により支持される場合』が削除される。
- ② 荷重は、従来(H10年度)の指針と同様。
- ③ 基礎形式は、従来(H10年度)の指針と同様、

砂基礎、碎石基礎またはコンクリート基礎が記載されているが、管路の沈下を防ぐための基礎として、従来(H10年度)の指針に記載されていた杭を使用した基礎形式が削除される。

- ④ 管の種類と規格(従来指針 P101 3-3-2(1)) JIS規格の変遷をふまえて、遠心力鉄筋コンクリート管は JIS A 5372(平成22年改正)の外圧管を対象に、プレストレストコンクリート管は JIS A 5373の外圧管を対象に、それぞれ管の種類と規格(曲げ強度)の記述内容が改訂される。
- ⑤ JISの変遷により、『コア式プレストレストコンクリート管』が『プレストレストコンクリート管』に名称変更、また、セラミックパイプカルバートが削除される。

6-3 たわみ性パイプカルバートの設計

- ③ 管の種類と規格
 - ・ 対象管種について高耐圧ポリエチレンパイプカルバートが追加される。
 - ・ 硬質塩化ビニルパイプカルバートの適用規格が JIS の改正等を踏まえて改訂される。
- ④ 管体の設計
従来(H10年度)の指針と同様。
- ⑤ 基礎の設計
従来指針の内容を再編。
- ⑥ 埋戻し部(基礎部)の設計
従来(H10年度)の指針と同様。
- ⑦ 構造物周辺の配管
従来指針の内容を再編。
- ⑧ 構造細目(従来指針 P145 3-4-2(9))
従来(H10年度)の指針に記載されていた内容に加えて継手の構造細目が追記。
- ⑨ 腐食対策
コルゲートメタルパイプカルバートについて、従来(H10年度)の指針と同様の内容で再編。

おわりに

今回改訂された『道路土工—カルバート工指針(平成21年度版)』の改訂概要について述べてきたが、紙面の都合もあり雑駁な内容となったことをお詫び致します。

従来型の適用範囲から外れるカルバートについては今後、実作業を進める中で、具体的な照査方法等について、検討すべき課題も多々あるものと思われまます。

今回の指針の改訂が、将来の技術の進歩や社会的状況の変化に対しても柔軟に適合するカルバートの計画や設計に寄与することを祈念して結びと致します。

⑦カルバート工指針

「道路土工—カルバート工指針（平成 21 年度版）」の主な改訂内容について

『平成 21 年度版』序、まえがき、目次

1-1 道路土工指針全体に共通する今回の主な改訂点(序)

- ① これまでの『道路土工要綱』と8指針(「のり面工・斜面安定工指針」、「排水工指針」、「土質調査指針」、「施工指針」、「軟弱地盤対策工指針」、「擁壁工指針」、「カルバート工指針」、「仮設構造物工指針」)の体系から、『道路土工要綱』と6指針(「盛土工指針」、「切土工・斜面安定工指針」、「擁壁工指針」、「カルバート工指針」、「軟弱地盤対策工指針」、「仮設構造物工指針」)の体系に再編した。
- ② 性能規定型設計の考え方を道路土工指針として初めて取り入れた。
- ③ 要点がわかりやすいように考え方や配慮事項等を枠書きとし、各章節の記述内容を読みやすくするように努めた。

1-2「道路土工—カルバート工指針(平成 21 年度版)」(H22.3 改訂)に関する主な改訂点(まえがき)

- ① 指針が適用対象とする構造物を明らかにした。
- ② 性能規定の枠組みを取り入れた設計法を採用する際に基づくべき、解析手法、設計方法、材料、構造等に関する基本的な考え方を示した。
- ③ 性能規定に関する基本的な考え方における従前の慣用的な設計法の位置付けを示し、従前の慣用的な設計法によるカルバートとそれ以外の方法により設計するカルバートを明確化した。
- ④ 従前の慣用的な設計法を適用するカルバートにおいても、構造物本体、基礎、埋戻し、構造細目等の項目を揃え、各項目で満たすことが必要となる要件や仕様等を整理した。
- ⑤ その他、カルバートの構築に関する基礎知識として必要となる、カルバートの変状・損傷の主な発生形態の記述の具体化、カルバートにおける基礎地盤対策の考え方の整理、高耐圧ポリエチレン管等の新材料の追記を行った。

1-3 新・旧指針の構成と頁数(目次)

平成 21 年度版(H22.3)		平成 10 年度版(H11.3)	
目次	頁数	目次	頁数
第1章 総説	19	第1章 総論	6
第2章 カルバート工の基本方針	5	第2章 調査・計画	18
第3章 調査・計画	23	第3章 設計	144
第4章 設計に関する一般事項	43	3-1 設計一般	(18)
第5章 剛性ボックスカルバートの設計	77	3-2 剛性ボックスカルバートの設計	(48)
第6章 パイプカルバートの設計	95	3-3 剛性パイプカルバートの設計	(40)
第7章 施工	23	3-4 たわみ性カルバートの設計	(38)
第8章 維持管理	19	第4章 施工	24
第9章 道路占用等	14	第5章 維持管理	16
		第6章 道路占用等	12
	318		220

- 1) 6章から9章に再編(頁数:98 頁増加)
- 2) 第1章総論を第1章総説と第2章カルバート工の基本方針に再編(頁数:18 頁増加)
- 3) 第3章設計を第4章設計に関する一般事項、第5章剛性ボックスカルバートの設計、第6章パイプカルバートの設計に再編(頁数: 144 頁 ⇒ 215 頁に 71 頁増加)

第1章 総説 (P1~19) <従来指針 P1~6>

1-1 適用範囲

本指針は、道路土工におけるカルバートの計画、調査、設計、施工及び維持管理に適用する。

(1) 本指針の適用範囲

本指針でいうカルバートとは、道路の下を横断する道路や水路等の空間を得るために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物であり、橋、高架の道路、非開削で施工される構造物等以外のものとする。また、本指針ではこれらの中で「1-3-1 カルバートの種類と適用」に述べる従来型カルバートと同程度の規模のものについて述べており、それらを特に大きく超える**大規模なカルバートについては取り扱わない**。

ただし、**共同溝に関しては『共同溝設計指針』を参照**されたい。

(2) 指針の構成

第1章 総説

本指針の適用範囲、取り扱う用語及びカルバートの定義、カルバートの基本特性と種類、**カルバートの変状・損傷の発生形態**を示した。

第2章 カルバート工の基本方針

カルバートの目的、カルバート工を実施するに当たって留意すべき基本的な事項、計画・調査・設計・施工・維持管理の各段階での基本的考え方を示した。

第3章 調査・計画

カルバートの設計・施工に先立って行う調査について、その基本方針と手順、検討すべき事項を示した。また、内空断面の設定、構造形式や基礎地盤対策の選定等計画に関わる事項を示した。

第4章 設計に関する一般事項

カルバートの設計に当たって要求される性能及び性能照査に関する基本的な考え方を示した。

第5章 剛性ボックスカルバートの設計

従来型剛性ボックスカルバートに適用することのできる慣用的な設計法を示した。

第6章 パイプカルバートの設計

従来型パイプカルバート(剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバート)に適用することのできる慣用的な設計法を示した。

第7章 施工

カルバートの施工の基本的考え方及びカルバートの工種毎に特有の施工方法を示した。

第8章 維持管理

カルバートの維持管理の基本的考え方及びカルバートの工種毎に特有の維持管理の方法を示した。

第9章 道路占用等

道路下を占用する埋設管等について、望ましい設置位置・施工方法・維持管理方法を示した。

(3) 関連する法令、基準、指針等

- 『道路構造令の解説と運用』、『道路橋示方書・同解説 I ~ V 編』、『舗装の構造に関する技術基準・同解説』、『駐車場設計施工指針』、『共同溝設計指針』、『地盤調査の方法と解説』、『地盤材料試験の方法と解説』を参考とする。
- なお、これら準拠する基準・指針類が改訂され、**参照される事項について変更がある場合は、新旧の内容を十分に比較したうえで適切に準拠する**ものとする。

1-2 用語の定義

カルバート、裏込め、内空断面等、指針で用いられる用語の意味を定義。

例(1)カルバート、カルバート工

道路の下を横断する道路や水路等の空間を得るために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物をカルバートといい、カルバートを構築する一連の行為をカルバート工という。

1-3 カルバートの概要

1-3-1 カルバートの種類と適用

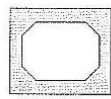
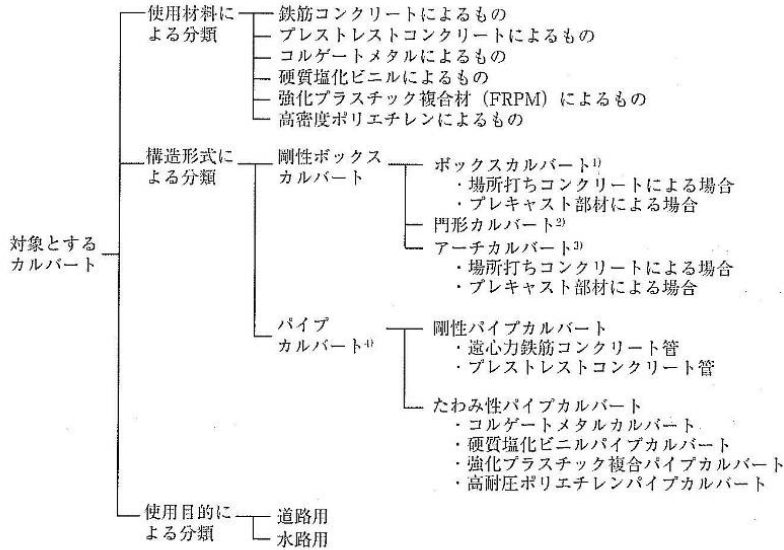
カルバート工の実施に当たっては、構造形式や使用される材料、規模によるカルバートの種類の違い、及びその適用性について十分認識しておく必要がある。

(1) カルバートの種類

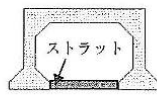
従来型カルバート : (従来よりの)慣用設計法で性能を確保するとみなすことができるカルバート(適用範囲を規定)⇒『慣用設計法』で設計

従来型カルバート以外:『第4章 設計に関する一般事項』に従ってカルバートの要求性能が満足されることを照査

(2) 従来型カルバート



1) ボックスカルバート



2) 門形カルバート

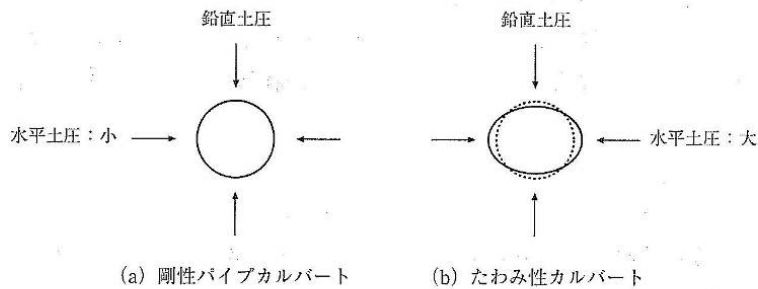


3) アーチカルバート



4) パイプカルバート

解図 1-1 従来型カルバートの種類



解図 1-2 剛性パイプカルバートとたわみ性パイプカルバートの特性の違い

(3) 従来型カルバートの**適用範囲**と**適合条件**

適用範囲

カルバートの種類		項目	適用土かぶり(m)	断面の大きさ(m)
剛性 ボックス カルバート	ボックス カルバート	場所打ちコンクリートによる場合	0.5～20.0m	内空幅 B:6.5mまで 内空高 H:5.0mまで
		プレキャスト部材による場合	0.5～6.0m	内空幅 B:5.0mまで 内空高 H:2.5mまで
	門形カルバート		0.5～10.0m	内空幅 B:8.0mまで
	アーチ カルバート	場所打ちコンクリートによる場合	10.0m以上	内空幅 B:8.0mまで
プレキャスト部材による場合		0.5～14.0m	内空幅 B:3.0mまで 内空高 H:3.2mまで	
剛性パイプ カルバート	遠心力鉄筋コンクリート管		0.5～20.0m	3.0mまで
	プレストレストコンクリート管		0.5～31.0m	3.0mまで
たわみ性 パイプ カルバート	コルゲートメタルカルバート		(舗装厚+0.3m)または0.6m の大きい方～60m	4.5mまで
	硬質塩化ビニルパイプカルバート (円形管<UV>の場合)		(舗装厚+0.3m)または0.5m の大きい方～7m	0.7mまで
	強化プラスチック複合パイプカルバート		(舗装厚+0.3m)または0.5m の大きい方～10m	3.0mまで
	高耐圧ポリエチレンパイプカルバート		(舗装厚+0.3m)または0.5m の大きい方～26m	2.4mまで

適合条件

- 1) 裏込め・埋戻し材料は土であること。
- 2) カルバートの縦断方向勾配が 10%程度以内であること。
- 3) 本体断面にヒンジがないこと。
- 4) 単独で設置されること。
- 5) 直接基礎により支持されること。
- 6) 中柱によって多連構造になってないこと。
- 7) 土被り 50cm を確保すること。

(4) 従来型以外のカルバート等

従来型カルバートの**適用範囲外**である場合、**適合条件を満たしていない**場合は原則として『第 4 章 設計に関する一般事項』に従い、カルバートの要求性能が満足されていることを照査することとする。但し、**適用範囲と大きく異ならない範囲で従来型カルバートと同様の材料特性や構造特性を有すると認められる場合には、慣用設計法の適用**の範囲を妨げるものではない。なお、従来型カルバートの**適用範囲を特に大きく超える大規模なカルバート**については**本指針の適用範囲外**とする。

1-3-2 カルバートの変状・損傷の主な発生形態

カルバートの変状・損傷としては、主に以下のものがあり、カルバート工の実施に当たって留意しなければならない。

(1) 常時の変状・損傷

- 1)隣接区間との段差の発生 ⇒ 走行性等、上部道路の機能が低下する。
- 2) カルバートの沈下 ⇒ 隣接区間との段差の発生、継手部の開きや地下水の浸入、滞水が発生し、施設としての機能が低下する。

発 生 原 因			対 応 策	
段 差 の 発 生	<ul style="list-style-type: none"> ・裏込め材の締固め不足(長期に渡る活荷重の作用による裏込め材の体積圧縮) 	➔	<ul style="list-style-type: none"> ・裏込め材の十分な締固めを行う。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・軟弱地盤の圧密沈下による隣接盛土区間の(不同)沈下 ⇒杭基礎で支持されている場合、カルバートの下部に空洞が出で きる場合もある。 		<ul style="list-style-type: none"> 1) 直接基礎が望ましい。 2) 杭基礎とする場合は盛土区間とのすり付け対策に配慮する。 	
沈 下	<ul style="list-style-type: none"> ・軟弱地盤上のカルバート隣接する盛土区間の(圧密)沈下に伴うカルバートの沈下 		<ul style="list-style-type: none"> 3) プレロードによる圧密沈下の促進。 4) (沈下を想定した)上げ越し施工。 	

(2) 異常降雨による変状・損傷

- 1) 沢、溪流等のカルバート ⇒ 豪雨の祭に土砂・流木等の流下、土石流の発生等により、カルバートの流入口(呑口)が閉塞して通水障害を起こす恐れがある。
- 2) 地下横断道路 ⇒ 滞水による交通支障を起こす恐れがある。

(3) 地震による変状・損傷

- 1)段差の発生
基礎地盤が軟弱粘性土地盤または緩い飽和砂質地盤(液状化地盤)の場合、盛土や原地盤の側方流動やすべり破壊等によりカルバート前後で路面に段差が発生する場合がある。
- 2)継手部の開き
緩い飽和砂質地盤(液状化地盤)上に構築されたカルバートは、基礎地盤の液状化に伴って大きな変形や継手部の開き等の損傷を生じる恐れがある。

(4) 特殊な環境による変状・損傷

- 1)凍上による変状・損傷
低温下では、裏込め土の凍上により側壁部に過大な力が作用してクラックを発生させる等、カルバートが損傷する場合がある。
- 2)科学的環境による腐食
カルバートが強酸性土壌、強アルカリ性土証、汚水等にさらされる場合は、その影響を受けて本体が腐食することがある。

第 2 章 カルバート工の基本方針 (P20～24)

2-1 カルバートの目的

カルバートは、供用開始後の長期間に渡り、道路の下を横断する道路や水路等のための空間及び機能を確保するとともに、上部道路の交通の安全かつ円滑な状態を確保することを基本的な目的とする。

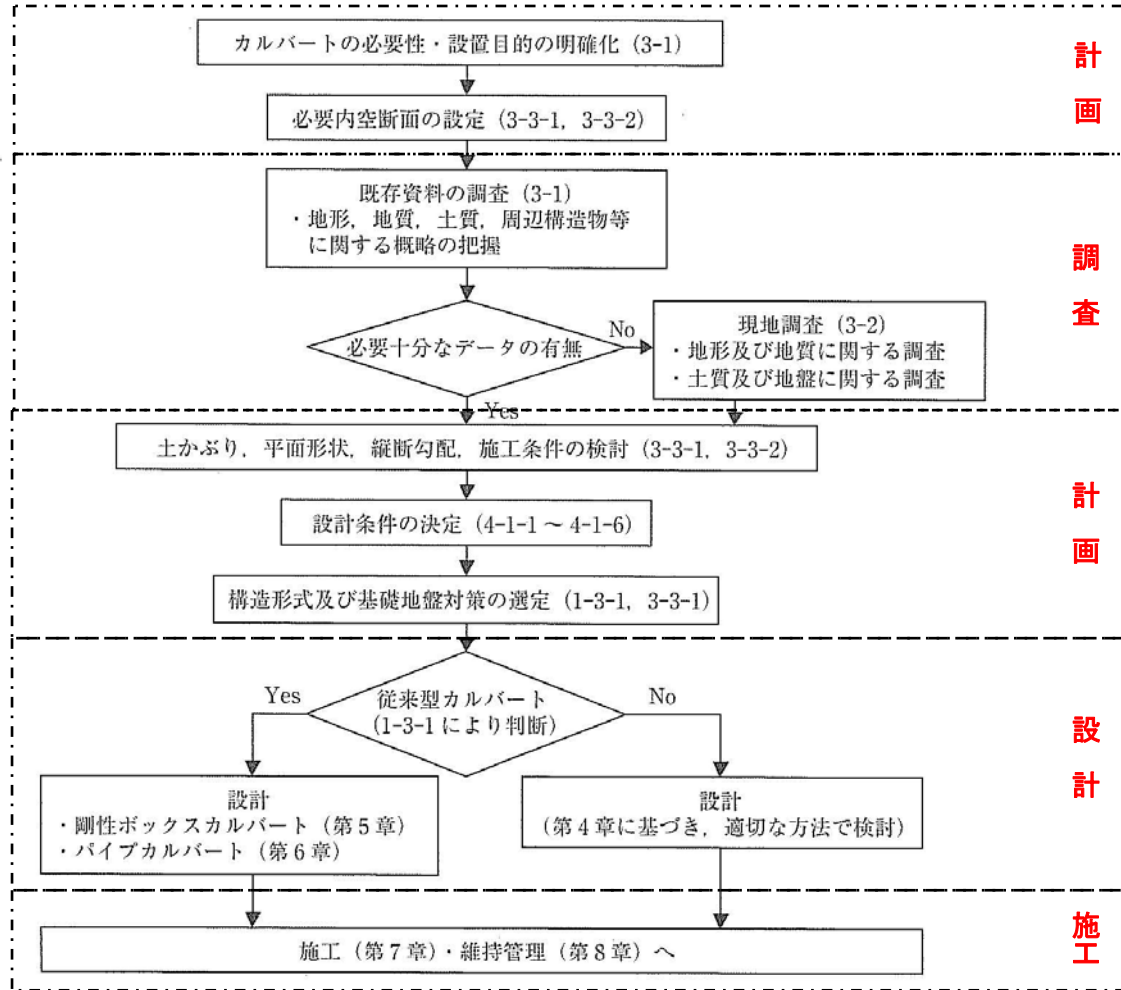
2-2 カルバート工の基本

- (1) カルバート工の実施に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- (2) カルバート工の実施に当たっては、カルバートの特性を踏まえて計画・調査・設計・施工・維持管理を適切に実施しなければならない。

(1) カルバート工における留意事項

- 1) 使用目的との適合性
カルバートが計画どおりに利用できる機能のことであり、利用者が安全かつ快適に使用できる供用性等を含む。
- 2) 構造物の安全性
常時の作用、降雨時の作用、地震動の作用等に対し、カルバートが適切な安全性を有していること。
- 3) 耐久性
経年的な劣化が生じたとしても使用目的との適合性や構造物の安全性が大きく低下することなく、所要の性能が確保できることである。(沈下・磨耗・腐食等に対して耐久性を確保)
- 4) 施工品質の確保
使用目的との適合性や構造物の安全性を確保するために確実な施工が行える性能を有すること。
設計時⇒構造細目への配慮。施工時⇒良し悪しが耐久性に及ぼす影響を認識し、品質確保に努める。
- 5) 維持管理の容易さ
使用中の日常点検、材料の状態の調査、補修作業等が容易に行えること。
- 6) 環境との調和
カルバートが建設地点周辺の社会環境や自然環境に及ぼす影響を軽減あるいは調和させること、及び周辺環境にふさわしい景観性を有すること。
- 7) 経済性
ライフサイクルコストを最小化する観点から、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持管理費を含めた費用がより小さくなるように心がけること。

(2) カルバート工の基本的考え方



解図 2-1 カルバート工に関する計画・調査・設計の流れ

◇カルバート工の各段階で留意すべき諸事項

- 1) 計画段階での留意事項
 - ・カルバートの目的を明確にし、上部道路に交差する既存の道路や水路の機能を把握し、交差施設の必要有効空間、及び上部構造の機能が確保されるよう、適切に計画する。
 - ・カルバートの土かぶり、平面線形、縦断勾配、施工条件等を設定する。
 - ・必要に応じて、橋梁等、カルバート以外の構造形式と比較検討する。
- 2) 調査段階での留意事項
 - ・カルバートの構造形式、基礎形式を適切に選定し、必要な設計ができるよう、地形、地質、地盤条件、立地条件等について十分に調査する。
- 3) 設計段階での留意事項
 - ・カルバートが設置される条件(構造形式、規模、材料 etc.)を適切に評価する。
 - ・計画条件及び設置条件を踏まえて、『従来型カルバート』の適用範囲並びに適合条件に合致するか否かを判断し、設計手法を決定する。
- 4) 施工段階での留意事項
 - ・設計で想定した条件を満足するよう適切に施工する。(基礎地盤の確認、適切な締固め、施工時の排水処理等が重要)
- 5) 維持管理段階での留意事項
 - ・カルバートと盛土との境界の段差、継手のズレ、漏水等の異常を早期に発見できるよう適切に点検し、必要に応じて早期の補修を行う。

※構造形式・基礎形式の選定に当たっての留意事項

- ・新技術、新工法を含めた各種工法と比較検討の上、適切な構造の設定及び合理的な設計を行う。
- ・ライフサイクルコストを縮減できる構造とする。(上部道路の不同沈下の抑制、補修が容易にできる構造)

第3章 調査・計画 (P25～47) <従来指針 P7～23>

3-1 調査の基本的考え方

カルバート工の実施に当たっては、地形、地質、地盤、周辺構造物、施工条件等について必要な調査を実施しなければならない。

3-2 調査項目

- (1) 地形・地質及び地表水・地下水に関し、以下の項目について調査を行う。
- 1) 地層の性状及び傾斜
 - 2) 地表水の状況、地下水の有無、伏流水の系統、方向、水量等
- (2) 土質及び地盤に関し、以下の項目について調査を行う。
- 1) 土圧の計算及び土質特性の確認に必要な設計定数
 - 2) 基礎地盤の支持力の計算に必要な設計定数
 - 3) 圧密沈下の検討に必要な設計定数
- (3) 周辺構造物がある場合には、周辺構造物の構造形式・健全度等の状況、設計図書・施工記録等の資料について調査を行う。

(1) カルバートの設置位置における調査について

- 1) 支持層及び地盤の性状、傾斜を確認するための調査。
- 2) 水圧・浮力等の地下水の影響、基礎材料、排水施設等を検討するための調査。

(2) 土質及び地盤に関する調査について

- 1) 土圧の計算に必要な土の単位体積重量(γ)及びせん断抵抗角(ϕ)等を求める調査である。
なお、『第4章 設計に関する一般事項 4-3 土の設計諸定数』において、土質試験を行うことが困難な場合には、裏込め土の種類に応じて**経験的に推定した従来から使用されている値を用いても良い**ことが記載されている。

2) 基礎地盤の支持力の計算に必要な設計定数に関する調査として

- ① 門形カルバート等の底版を有さないカルバート、大規模なカルバート、特殊な構造形式のカルバート、特殊な施工条件となるカルバート、重機等により供用開始後に比べて施工時に大きな上載荷重が加わるようなカルバートについて、**地盤の支持力度を室内試験、原位置試験等の結果に基づいて慎重に検討**する必要がある。
- ② 大規模なカルバート、重要度の高いカルバート、あるいはゆるい砂質地盤、軟らかい粘土地盤上のカルバートで、変位制限が厳しい場合には**別途カルバートの沈下や変位の影響についても慎重な検討**が必要である。
- ③ 上記以外のカルバートでは、一般的にカルバート基礎地盤の支持力やカルバートの沈下量について室内試験や原位置試験により調べる必要はなく、『第4章 設計に関する一般事項 4-3 土の設計諸定数』に示す解表 4-7(裏込め土の種類に応じて**経験的に推定した従来から使用されている値**)により判断してよい。

- 3) 地盤が粘性土層で軟弱な場合は、圧密沈下に対する検討が必要である。

- (3) 周辺構造物の調査資料は、地層・地盤の支持力及び基礎構造形式に関する検討、施工方法、施工時期等の検討に反映することができる。

3-3 カルバートの計画

3-3-1 カルバートの構造形式及び基礎地盤対策の選定

カルバートの計画では、カルバートの目的、地盤条件、施工条件に応じて、必要な内空断面、土かぶり、平面形状、縦断勾配を設定するとともに、カルバートの構造形式及び基礎地盤対策を選定する。

(1) 内空断面等の設定

- 1) 内空断面
 - ① 道路用カルバート
 - 1) 所要の建築限界を満たす空間の確保
⇒ 将来的な拡幅や舗装のオーバーレイ、照明・通信等の添架、上・下水道等の埋設等の予定を加味して計画。
 - 2) 視距の確保 ⇒ 『道路構造令』に準じて必要な視距を確保する。
 - 3) 路面排水への配慮 ⇒ アンダーパス等において強制排水を必要とする場合その影響を加味。
 - ② 水路用カルバート
 - 1) 計画流量を安全に通水し得る断面の確保
⇒ 水路の計画流量は『道路土工要綱共通編 第2章 排水』によって算定する。
 - 2) 所要の余裕たかを確保
⇒ ・管理者の定めた余裕高を確保する。
・清掃及び保守点検のため人が入る場合は、1.8m 異常の内空高を確保する。
・延長が短く人が入る必要がない場合でも、60cm 以上の内空高を確保する。
 - ③ 軟弱地盤上のカルバート
 - 1) プレロードによる圧密沈下促進対策を行う。
 - 2) 上げ越し施工を行い、内空断面に余裕を確保する。
- 2) 土かぶり
 - 1) **最小土かぶりは、50cm 以上確保するのが望ましい。土かぶりの確保がこれによりがたい場合には、舗装及びカルバートに対する影響について検討を行う。**
 - 2) 地形や盛土形状に合わせると土かぶりが大きくなると予想される場合、カルバートの構造形式、盛土取付部の構造変更の難易、維持管理の難易等を考慮した総合的な検討を行い、適切な土かぶりを検討することが必要。**適切な土かぶりの設定が困難な場合は橋梁等、他の構造物を計画する。**
- 3) 平面形状及び縦断勾配
 - ① 平面形状
可能な限り上部道路に直角方向(直交方向)とするのが望ましい。
 - 1) 道路用カルバート ⇒ カルバートは視距が確保される平面線形とする。
 - 2) 水路用カルバート ⇒ なるべく既設水路の平面線形と一致させるのが原則。
 - ② 縦断勾配
 - 1) 道路用カルバート ⇒ 『道路構造令』に定める勾配以下、かつ排水勾配を確保。
 - 2) 水路用カルバート
 - ・カルバートの流出入口は、なるべく水路の底高と同一高とし、かつ勾配は水路勾配に近づけて勾配の急変を避ける。
 - ・射流が発生する限界勾配以上になる場合は、カルバートの流出入口の洗掘を防ぐよう配慮する。
 - ・多量の土砂堆積を生じないような勾配を有することが望ましい。
 - ・溪流のような勾配が極めて急な地点にカルバートを設置するにあたり、施工上の問題、すべりの問題、土砂による磨耗の問題等が生じる恐れがある場合には、カルバートの勾配を 10%以内にすることが望ましい。
- 4) 施工条件
 - ① 既設の構造物及び埋設物による制約条件
 - ② 水路、道路の切廻し条件
 - ③ 施工中の仮排水条件、方法
 - ④ カルバートの施工時期、工程、使用機械
 - ⑤ 作業空間、作業足場
 - ⑥ 資材の搬入・搬出
 - ⑦ 騒音、振動等周辺環境への影響
- 5) その他
地下水位以下に設置する道路用カルバートには、原則として防水工を施し、地下水の浸入を防止する。

(2) 構造形式の選定

カルバートの構造形式は、その特性を理解し、使用目的、内空断面や土かぶり、設置箇所の地形・地質、土質・地盤、施工条件等を考慮のうえ、合理的かつ経済的に選定するものとする。

1) 剛性ボックスカルバートの特性

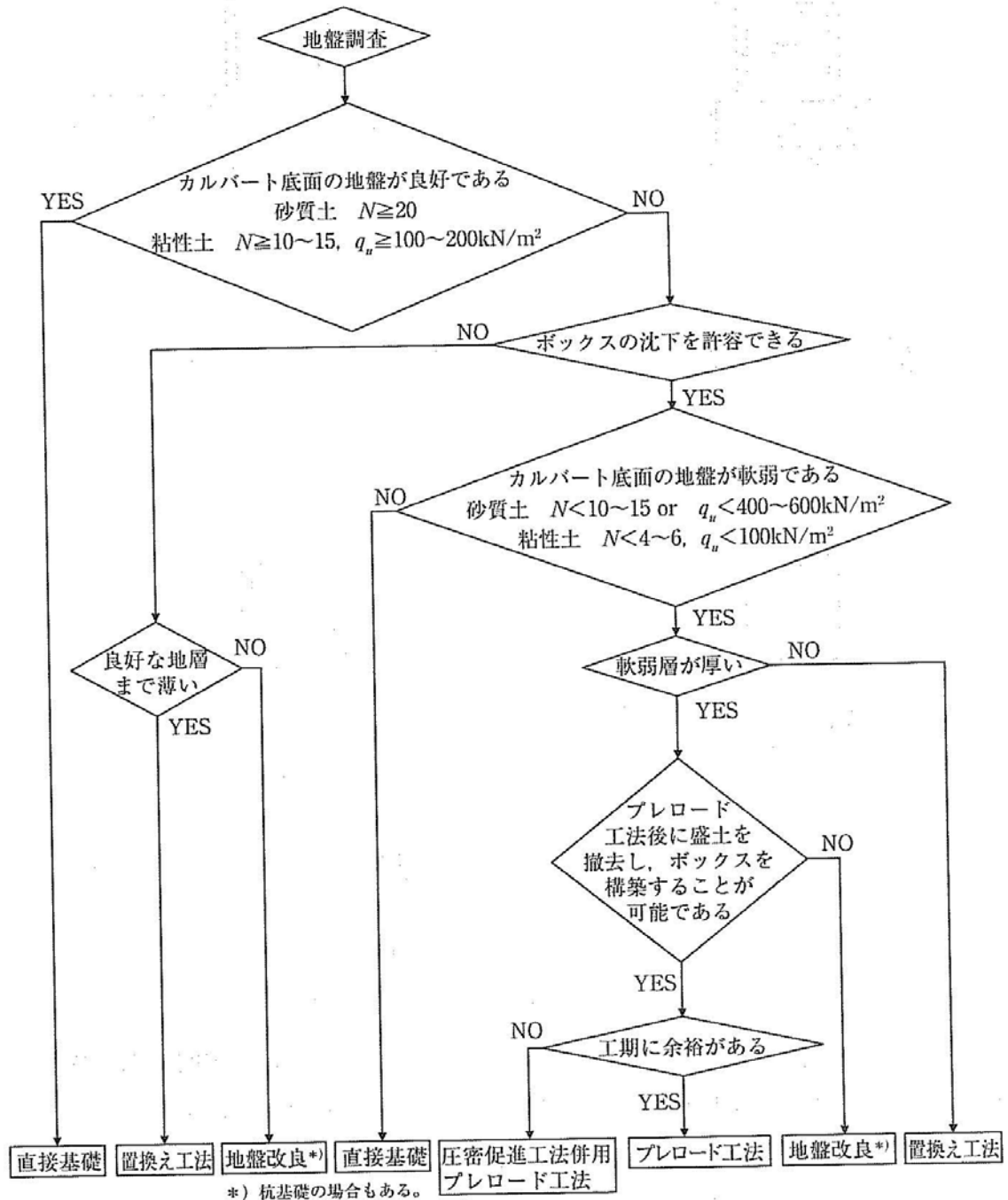
	長 所	短 所
場所打ちボックスカルバート	① 任意の断面形状が施工できる。 ② 設計荷重や縦断勾配等の現場条件に応じた設計・施工が可能。	① 現場工期(施工期間)を要する。 ② 内型枠の脱型の施工性から、内空寸法は 1.0m 程度以上が望ましい。
プレキャストボックスカルバート	① 現場工期が短縮できる。 ② 工場製品であり品質が安定している。	① 設計荷重や形状寸法が規格化されている。
門形カルバート	① 底版の設置が困難な場合や内空幅が大きい場合に有利。	① 現場工期(施工期間)を要する。 ② 閉合断面でないので全体剛性が低く、変形し易い。また、地盤反力度が大きくなる。⇒基礎地盤の良好な箇所に設置するのが一般的。 ③ 規模に関係なく 地震時の影響を考慮する必要 がある。
アーチカルバート	① カルバートの土かぶりが大きくなると、ボックスカルバートよりも経済性において有利となる傾向にある。	① 現場工期(施工期間)を要する。 ② アーチ部の型枠及びコンクリートの施工が難しい。

2) 剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバートの特性

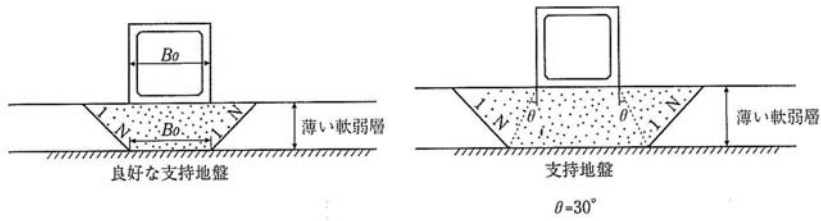
	特 性
剛性パイプカルバート	① 従来型の剛性パイプカルバートとしては、遠心鉄筋コンクリート管、プレストレストコンクリート管がある。 ② 材料や強度、管径、継手の構造等の異なる管種から、土かぶりや荷重の作用状況に応じて、適切なものを選定する。 ③ プレストレストコンクリート管は主に土かぶりの大きい場合に用いられる。
たわみ性パイプカルバート	① 管の鉛直土圧によってたわみ、管両側の土砂を圧縮する際の反力として生じる水平土圧を受けて、管に加わる外圧を全周にわたり均等化して抵抗する。 ⇒ 十分な側方受働土圧抵抗を発揮できる施工を行うことが前提 ② 従来型のたわみ性パイプカルバートとしては、コルゲートメタルカルバート、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、高耐圧ポリエチレンパイプカルバートがある。 ③ コルゲートメタルカルバート ・軽量であるため、運搬や施工が容易 ・強酸性や強アルカリ性等の環境で用いる際は亜鉛メッキが腐食しやすくなるため、耐食性を向上させる対策が必要。 ④ 硬質塩化ビニルパイプカルバート ・軽量であり、長尺で取り扱うことが可能。 ・ 酸やアルカリに強い。 ・寒冷地で使用する場合は剛性が上がる。⇒ 施工中に衝撃が加わらないようにするなど、取り扱いに注意。 ⑤ 強化プラスチック複合パイプカルバート ・硬質塩化ビニルパイプカルバートとほぼ同様の性質。 ・ 内径が大きく、かつ高強度が求められる用途 に適する。 ⑥ 高耐圧ポリエチレンパイプカルバート ・硬質塩化ビニルパイプカルバートとほぼ同様の性質。 ・ 耐摩耗性が求められる用途 に適する。

(3) 基礎地盤対策の選定

カルバートと周辺地盤が一体となって挙動する**直接基礎**とするのが望ましい。対策をせずに直接基礎を適用するのが困難な場合は、設置箇所の地形や地盤条件、環境条件、施工条件、及びカルバートの構造形式等を総合的に検討し、最適な基礎地盤対策を選定する。



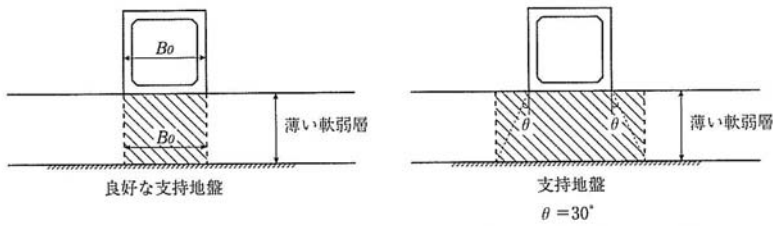
解図 3-3 ボックスカルバート基礎地盤対策選定フローの例



N:土質条件により算出

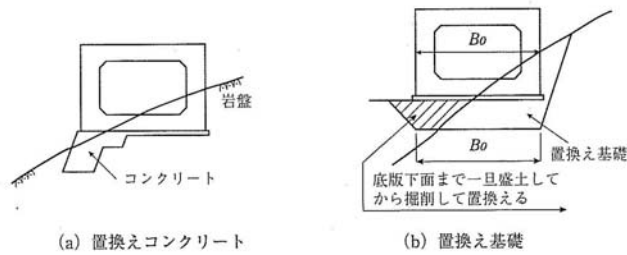
- (a) 軟弱層の下に底版面積と同面積で支持できる地盤がある場合
- (b) 荷重の分散を考えた方が妥当な場合

解図 3-4 置換え基礎の形状

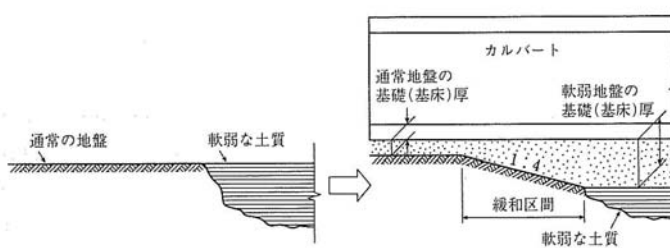


- (a) 軟弱層の下に底版面積と同面積で支持できる地盤がある場合
- (b) 荷重の分散を考えた方が妥当な場合

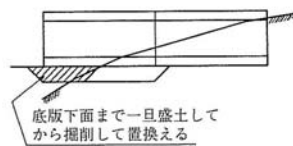
解図 3-5 改良地盤の形状



解図 3-6 横断方向に地盤が変化している場合の対策



(a) 緩和区間を設置する場合



(b) 置換え基礎の場合

解図 3-7 縦断方向に地盤が変化している場合の対策

3-3-2 道路横断排水カルバートの計画上の留意事項

道路横断排水としてカルバートの適用を計画する場合、適切に計画流量を計画し、必要な内空断面を確保する。

(1) カルバートの種類

- 1) パイプカルバート(流量が比較的小さい場合)
- 2) ボックスカルバート、門形カルバート(流量が比較的大きい場合)
- 3) アーチカルバート(高盛土で大きな盛土荷重が作用するような場合)

(2) カルバート断面の決定

- 1) 水路カルバート設計の原則
 - ・カルバートの勾配、底面の高さ及び幅は、土砂の堆積や浸食を防止するため、なるべく既設水路と一致させる。
 - ・溪流のような河床勾配が極めて急な地点にカルバートを設置する場合で、施工上の問題、すべりの問題、土砂による磨耗の問題等が生じる恐れのある場合には、カルバートの勾配を10%程度以下にするのが望ましい。
 - ・小口径カルバートの場合、その計算上の流量が小さくても、清掃その他の保守を考慮して直径60cm以上とすることが望ましい。
- 2) 設計流量
- 3) カルバート部の流れの影響
- 4) カルバート内空断面の設計
- 5) 土石流等に対する配慮

(3) カルバートの設置上の留意事項

- 1) 水路勾配の急変を避ける。
- 2) 射流が発生するような限界勾配以上になる場合は、カルバート流出口の洗掘を防ぐよう配慮する。
- 3) 既設水路からカルバートへの断面が変化する場合は、ウイングによって通水断面を円滑に摺り付ける。
- 4) 盛土を異常水位から保護するために頂版、ウイングの高さの決定に配慮し、ウイングの巻込みを十分行う。
- 5) 水が盛土に浸透しないようにする。
- 6) 水路には護床工を設けて水路及び構造物下部の浸食を防止する。
- 7) カルバート下流の水路及びその周辺が浸食される恐れがある場合には、カルバートと同様に既設水路の流れの状態に復するまでの区間、水路側面及び底面を護岸及び護床工による保護する。
- 8) カルバートは可能な限り上部道路に直角方向とする。

第 4 章 設計に関する一般事項 (P48～90) <従来指針 P25～43>

4-1 基本方針

4-1-1 設計の基本

- (1) カルバートの設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- (2) カルバートの設計に当たっては、原則として、**想定する作用に対して要求性能を設定し、それを満足することを照査する。**
- (3) カルバートの設計は、**論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。**

4-1-2 想定する作用

カルバートの設計に当たって、想定する作用は、以下の示すものを基本とする。

- (1) 常時の作用
- (2) 地震時の作用
- (3) その他

(1) 常時の作用

死荷重、活荷重・衝撃、土圧、水圧及び浮力等、カルバートに常に作用すると想定される作用を考慮する。また、著しい降雨による地下水位上昇が想定される場合には、その影響を考慮する。

(2) 地震時の作用

- ・ レベル1地震動(供用期間中に発生する確率が高い地震動)とレベル2地震動(供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動)の2種類の地震動を想定する。
- ・ レベル2地震動については、タイプ1の地震動(プレート境界型の大規模地震を想定したタイプ)及びタイプ2(内陸直下型地震を想定したタイプ)の2種類を考慮すること。

(3) その他

凍上、塩害の影響、酸性土壌中での腐食等の特殊な環境により**耐久性に影響する作用等**があり、カルバートの設置条件により適宜考慮する。

4-1-3 カルバートの要求性能

- (1) カルバートの設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性について、**安全性、供用性、修復性**の観点から、次の(2)～(4)に従って要求性能を設定することを基本とする。
- (2) カルバートの要求性能の水準は、以下を基本とする。
 - 性能1:** 想定する作用によってカルバートとしての健全性を損なわない性能。
 - 性能2:** 想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、カルバートとしての機能の回復を速やかに行い得る性能。
 - 性能3:** 想定する作用による損傷がカルバートとして致命的とならない性能。
- (3) カルバートの重要度の区分は、以下を基本とする。
 - 重要度1:** 万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合。
 - 重要度2:** 上記以外の場合。
- (4) カルバートの要求性能は、想定する作用とカルバートの重要度に応じて、上記(2)に示す要求性能の水準から適切に選定する。

(1) カルバートに必要とされる性能

安全性:想定する作用による変状によって人命を損なうことのないようにするための性能をいう。
 供用性:想定する作用による変状や損傷に対して、カルバートや上部道路が本来有すべき通行機能、及び非難路や救助・救急・医療・消火活動・緊急物資の輸送路としての機能、あるいは水路としての機能を維持できる性能をいう。
 修復性:想定する作用によって生じた損傷を修復できる性能をいう。

(2) カルバートの要求性能の水準

性能1:安全性、供用性、修復性すべてを満たすもの。(通常の維持管理程度の修復でカルバートとしての機能を確保できることを含む)
 性能2:安全性及び修復性を満たすもの。(カルバートとしての機能が応急復旧程度の作業により速やかに回復できることを意図)
 性能3:供用性、修復性は満足できないが、安全性を満たすもの。(カルバートに大きな変状が生じて、カルバートの崩壊により内部空間及び隣接する施設等に致命的な影響を与えないことを意図)

(3) カルバートの重要度

重要度の区分は、カルバートが損傷した場合のカルバート内部の道路の交通機能や水路の機能及び上部道路の交通機能への影響と、隣接する施設等に及ぼす影響の重要性を総合的に勘案して定めること。

(カルバートが損傷した場合の道路交通への影響は、必ずしも道路の規格による区分を指すものではなく、カルバートの設置条件、迂回の有無や緊急輸送路であるか否か等、万一損傷した場合に道路のネットワークとしての機能に与える影響の大きさを考慮して判断することが望ましい)

(4) カルバートの要求性能

カルバートの要求性能の目安

想定する作用		重要度	
		重要度1	重要度2
常時の作用		性能1	性能1
地震時の作用	レベル1地震動	性能1	性能2
	レベル2地震動	性能2	性能3

常時の作用:重要度にかかわらず「性能1」を要求。

地震時の作用:一律に設定することは困難な面があること、膨大なストックを有する土工構造物の耐震化対策には相応のコストを要すること等を考慮して重要度に応じて要求性能を区分。

なお、カルバートの「性能2」や「性能3」の照査では、カルバートに許容する損傷の程度の評価が必要となるが、現状の技術水準では定量的な照査が困難である場合も多い。このため、カルバートの「性能2」や「性能3」を要求する場合には、震前対策と震後対応等の総合的な危機管理を通じて必要な性能の確保が可能となるように努めることも重量である。なお、道路震災対策の考え方については「道路震災対策便覧」に示されている。

4-1-4 性能の照査

- (1) カルバートの設計に当たっては、原則として、要求性能に応じて**限界状態を設定**し、想定する作用に対するカルバートの状態が限界状態を超えないことを照査する。
- (2) 設計に当たっては、設計で**前提とする施工、施工管理、維持管理の条件**を定めなければならない。
- (3) 従来型カルバートについては、**第5章及び第6章に従って設計し、第7章以降に基づいて施工、維持管理を行えば、(1)、(2)を行ったとみなしてよい。**

4-1-5 カルバートの限界状態

- (1) 性能1に対するカルバートの限界状態は、想定する作用によって生じる**変形・損傷がカルバートの機能を確保でき得る範囲内で適切に定めるものとする。**
- (2) 性能2に対するカルバートの限界状態は、想定する作用によって生じる**カルバートの変形・損傷が修復を容易に行い得る範囲内で適切に定めるものとする。**
- (3) 性能3に対するカルバートの限界状態は、想定する作用によって生じる**カルバートの変形・損傷が内部空間及び隣接する施設等への甚大な影響を防止し得る範囲内で適切に定めるものとする。**

解表 4-2 カルバートの限界状態と照査項目(例)

要求性能	カルバートの限界状態	構成要素	構成要素の限界状態	照査項目	照査手法
性能1	カルバートの機能を確保でき得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	カルバートが安定であるとともに、基礎地盤の力学特性に大きな変化が生じず、かつ基礎地盤の変形がカルバート本体及び上部道路に悪影響を与えない限界の状態	変形 安定性	変形照査 安定性照査・支持力照査
		カルバートを構成する部材	力学特性が弾性域を超えない限界の状態	強度	断面力照査
		継手	損傷が生じない限界の状態	変位	変位照査
性能2	カルバートに損傷が生じるが、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形 安定性	変形照査 支持力照査
		カルバートを構成する部材	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
		継手	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	変位	変位照査
性能3	カルバートの変形・損傷が内部空間及び隣接する施設等への甚大な影響を防止し得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	隣接する施設等への甚大な影響を与えるような変形や損傷が生じない限界の状態	変形 安定性	変形照査 支持力照査
		カルバートを構成する部材	カルバートの耐力が大きく低下し始める限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
		継手	継手としての機能を失い始める限界の状態	変位	変位照査

4-1-6 照査方法

照査は、カルバートの種類、想定する作用、限界状態に応じて適切な方法に基づいて行うものとする。

① 性能1に対する照査

- 1) カルバート及び基礎地盤に生じる変位が、カルバート及び上部道路に悪影響を与えない変位量以下となること。
- 2) カルバート及び基礎地盤に生じる地盤反力度が、許容支持力度以下となること。
- 3) カルバートを構成する部材に生じる応力度が、許容応力度以下となること。
- 4) 継手は、カルバートに悪影響を与えない範囲の変位量以下となること。

② 性能2、性能3に対する照査

カルバートの塑性化を考慮する場合には、「道路橋示方書・同解説」を参考に塑性化を考慮した手法により照査を行うのがよい。

③ 地震動の作用に対する照査方法

- 1) 動的照査法: 構造物の地震時挙動を動力的に解析・評価する手法
(地震時の現象を精微にモデル化し、詳細な地盤調査に基づく入力データと高度な技術的判断を必要とする。)
- 2) 静的照査法: 構造物の地震時挙動を静力的に解析・評価する手法
(地震時の現象を簡略化して、比較的容易に実施することが可能であるが、静的荷重へのモデル化や地震時挙動の推定法等について適用条件があり、全ての形式のカルバートや地盤条件に対して適用できるものではない。)
- 3) カルバート周辺の盛土・地盤の影響を考慮する手法
 - ・ 地震時土圧として考慮する手法
 - ・ 地盤の変位を考慮する手法: 応答変位法、応答地震法(FEM系静的解析手法)

4-2 設計に用いる荷重

4-2-1 一般

(1) カルバートの設計に当たっては、以下の荷重から、カルバートの設置地点の諸条件、構造形式等によって適宜選定するものとする。

主荷重:死荷重

活荷重・衝撃

土圧

水圧及び浮力

コンクリートの乾燥収縮の影響

従荷重:温度変化の影響

地震の影響

主荷重に相当する特殊荷重:地盤変位の影響

(2) カルバートの設計に当たって考慮する荷重の組合せは、同時に作用する可能性が高い組み合わせのうち、最も不利となる条件を考慮して設定するものとする。

(3) 荷重は、想定する範囲内でカルバートに最も不利な断面力あるいは変位が生じるように作用させるものとする。

一般的な荷重の組合せ

- 1) 死荷重+活荷重・衝撃+土圧(+水圧及び浮力)
- 2) 死荷重+土圧(+水圧及び浮力)
- 3) 死荷重+地震の影響

4-2-2 死荷重

死荷重は、材料の単位体積重量を適切に評価して設定するものとする。

従来の指針と同様。

4-2-3 活荷重・衝撃

上部道路を走行する自動車荷重からの載荷重として、活荷重を考慮する。活荷重の載荷に際しては、衝撃を考慮する。

活荷重・衝撃係数、載荷方法等、従来の指針と同様。

4-2-4 土圧

土圧は、カルバートの構造や土質条件、施工条件を考慮して適切に設置するものとする。

従来の指針と同様。

4-2-5 水圧及び浮力

(1) 水圧は、地盤条件や地下水位の変動等を考慮して適切に設定するものとする。

(2) 浮力は、間隙水や地下水位の変動等を考慮して適切に設定するものとする。浮力は上向きに作用するものとし、カルバートに最も不利になるように載荷しなければならない。

カルバートが地下水位以下に設置される場合に、断面設計にあたり水圧を考慮しなければならない。

例えば、カルバートや管体の設計計算で土圧を求める場合に考慮する。

4-2-6 コンクリートの乾燥収縮

コンクリート部材から構成されるカルバートの設計に当たっては、カルバートの構造や施工条件等に応じて、コンクリートの乾燥収縮の影響を適切に考慮するものとする。

4-2-7 温度変化の影響

カルバートの設計に当たっては、カルバートの種類や設置地点の条件等に応じて、温度変化の影響を適切に考慮するものとする。

4-2-8 地震の影響

地震の影響として次のものを考慮する。

- (1) カルバートの自重に起因する地震時慣性力(以下、慣性力という)
- (2) 地震時土圧
- (3) 地震時の周辺地盤の変位または変形
- (4) 地盤の液状化の影響

カルバートの地震動の作用に対する照査において考慮すべき地震の影響の種類は、地盤条件、構造条件、解析モデルに応じて適切に選定するものとする。

(1) 慣性力

静的照査法による照査

- 1) カルバートの重量に設計水平震度を乗した水平力とする。
- 2) 設計水平震度の値は、地震動レベル、構造形式、カルバート設置地点の諸条件に応じて適切に設定する。
- 3) 従来型カルバートについては第5章に設計水平震度を記載。

動的照査法による照査

- 1) 『道路橋示方書・同解説 V耐震設計編』を参考に、目標とする加速度応答スペクトルに近似したスペクトル特性を有する加速度波形を用いる。
- 2) 地震動の入力位置を耐震設計上の基盤面とする場合には、地盤の影響を適切に考慮して設計地震動波形を設定する。

(2) 『地震時土圧』及び『地震時の周辺地盤の変位または変形』

地震時土圧

- 1) 静的照査法による照査方法として、周辺地盤からの地震動による作用を地震時土圧として構造物に作用させる方法。
- 2) 『道路橋示方書・同解説 V耐震設計編』に示される地震時土圧を参考に設定してよい。

地震時の周辺地盤の変位または変形

- 1) 静的照査法による照査方法として、周辺地盤からの地震動による作用を地震時の周辺地盤の変位あるいは変形として考慮する方法。
- 2) 地震動レベル、地盤条件、解析手法に応じてその影響を適切に設定する。その際「共同溝設計指針」や「駐車場設計施工指針」等を参考にするとよい。

(3) 地盤の液状化の影響

- 1) カルバートが地下水位以下に埋設される場合で、周辺地盤が液状化する可能性がある場合には、過剰間隙水圧による浮力を考慮して浮上がりに対する安定性を検討する。
- 2) 液状化後の過剰間隙水圧の消散に伴う基礎地盤の沈下の影響がカルバート本体の安定や内部空間の確保に影響を与えるおそれがある場合には、必要に応じてこれらの影響を考慮する。
- 3) 軟弱地盤で地下水位が高い場合には、置換え砂や埋戻土の安定処理を行う、砕石等の透水性の高い材料を用いる、十分な締固めを行う等の液状化が生じないような処理を施すこと原則とする。

4-2-9 地盤変位の影響

供用中の地盤の圧密沈下等による地盤変位がカルバートの健全性に影響を与えるおそれがある場合には、この影響を適切に考慮するものとする。

4-3 土の設計諸定数

土の設計諸定数は、原則として土質試験及び原位置試験等の結果を総合的に判断し、施工条件等も十分に考慮して設計するものとする。

(1) 土の強度定数

裏込め土について土質試験を行うことが困難な場合は、経験的に推定した値を用いても良い。

解表 4-4 裏込め土のせん断強さ定数

裏込め土の種類	せん断抵抗角 (ϕ)	粘着力 (c) ^{注2)}
礫質土 ^{注1)}	35°	—
砂質土	30°	—
粘土土 (ただし $w_L < 50\%$)	25°	—

注1) 細粒分が少ない砂は礫質土の値を用いてもよい。

注2) 土質定数をこの表から推定する場合、粘着力 c を無視する。

解表 4-5 土の単位体積重量 (kN/m³)

地盤	裏込め土の種類	緩いもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛土	砂および砂礫	20	
	砂質土	19	
	粘性土	18	

(2) 土の単位体積重量

土質試験を行うことが困難な場合は、解表 4-5 の値を用いても良い。

注) 地下水位以下にある土の単位体積重量は、それぞれ表中の値から 9kN/m³ を差し引いた値としてよい。

(3) 地盤の支持力

現地での試験を行うことが困難な場合には、解表 4-7 の値を用いても良い。

解表 4-7 支持地盤の種類と許容支持力度 (常時値)

支持地盤の種類		許容鉛直支持力度 q_a (kN/m ²)	目安とする値	
			一軸圧縮強度 qu (kN/m ²)	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10000 以上	—
	亀裂の多い硬岩	600	10000 以上	—
	軟岩・土丹	300	1000 以上	—
礫層	密なもの	600	—	—
	密でないもの	300	—	—
砂質地盤	密なもの	300	—	30 ~ 50
	中位なもの	200	—	20 ~ 30
粘性土地盤	非常に堅いもの	200	200 ~ 400	15 ~ 30
	堅いもの	100	100 ~ 200	10 ~ 15

(4) 基礎底面と地盤との間の摩擦角 ϕ_B と付着力 C_B

土質試験等を行うことが困難な場合には解表 4-8 の値を用いても良い。

解表 4-8 基礎底面と地盤との間の摩擦係数と付着力

せん断面の条件	支持地盤の種類	摩擦係数 $\mu = \tan \phi_B$	付着力 C_B
岩または礫とコンクリート	岩盤	0.7	考慮しない
	礫層	0.6	考慮しない
土と基礎のコンクリートの間に 割り栗石または碎石を敷く場合	砂質土	0.6	考慮しない
	粘性土	0.5	考慮しない

注) プレキャストコンクリートでは、基礎底面が岩盤であっても摩擦係数は 0.6 を越えないものとする。

(5) 軟弱地盤における圧密沈下の検討に用いる定数

『道路土工 軟弱地盤対策工指針』による。

4-4 使用材料

4-4-1 一般

使用材料は、設計・施工並びに維持管理等、使用目的に応じて要求される強度、施工性、耐久性、環境適合性等の性能を満足するための品質を有し、その性状が明らかなものでなければならない。

4-4-2 コンクリート

コンクリートは、カルバートの要求性能を満足するための強度、施工性、耐久性等の性能を有していなければならない。そのためには材料の選定、配合及び施工の各段階において十分な配慮をしなければならない。

4-4-3 鋼材

カルバートに使用する鋼材は、強度、伸び、じん性等の機械的性質、化学組織、有害成分の制限、厚さやそり等の形状の特徴や品質が確かなものでなければならない。

4-4-4 裏込め・埋戻し材料

- (1) カルバートの裏込め・埋戻しに用いる土質材料は良質の材料を使用し、入念な施工を行わなければならない。
- (2) カルバートの裏込め土に軽量盛土材料を用いる場合には、比重や強度等を検討し、現場条件に適した材料を選定する必要がある。

4-4-5 設計計算に用いるヤング係数

設計計算に用いるヤング係数は、『道路橋示方書・同解説 I 共通編』の「3.3 設計計算に用いる物理定数」に準拠する。

※『4-4 使用材料』は、従来の指針で「3-1-2 材料と許容応力度」として記載されていた内容（材料）を、条文と解説に体系化して表記。

4-5 許容応力度

4-5-1 一般

- (1) 許容応力度設計法に用いる許容応力度は、使用する材料の基準強度や力学的特性を考慮して、適切な安全度が確保できるように設置するものとする。
- (2) 許容応力度は、4-5-2 から 4-5-4 までに示す値とする。
- (3) 温度変化の影響、地震の影響を考慮する場合の許容応力度は上記(2)の許容応力度に、表 4-2 に示す割増係数を乗じた値とする。

表 4-2 許容応力度の割増し係数

荷重の組合せ	割増し係数
温度変化の影響を考慮する場合	1.15
地震の影響を考慮する場合	1.50

4-5-2 コンクリートの許容応力度

『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』の「4.2 コンクリートの許容応力度」及び『道路橋示方書・同解説IIIコンクリート橋編』の「3.2 コンクリートの許容応力度」に準拠。

4-5-3 鉄筋の許容応力度

『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』の「4.3 鉄筋の許容応力度」を準用。

4-5-4 PC 鋼材の許容応力度

『道路橋示方書・同解説IIIコンクリート橋編』の「3.4PC 鋼材の許容応力度」に準拠。

※『4-5 許容応力度』は、従来の指針で「3-1-2 材料と許容応力度」として記載されていた内容（許容応力度）を、条文と解説に体系化して表記。

第5章 剛性ボックスカルバートの設計 (P91~167) <従来指針 P43~91>

5-1 基本方針

- (1) 従来型剛性ボックスカルバートは、以下に従って設計してよい。
- (2) 剛性ボックスカルバートの設計に当たっては、適切な設計断面を設定し、5-2 に示す荷重に対して 5-3 に従いカルバートの安定性、及び 5-4 に従い部材の安定性の照査を行うものとする。また、必要に応じて 5-5 に従い耐久性の検討を行うものとする。
- (3) 上記は第7章及び第8章に示されている施工、施工管理、維持管理が行われることを前提とする。

(1) 従来型剛性ボックスカルバート設計の基本方針

- ① 1-3-1(2) 従来型カルバートに示す条件(以下)を満足しているものを対象とする。

適用範囲

カルバートの種類		項目	適用土かぶり(m)	断面の大きさ(m)
剛性 ボックス カルバート	ボックス カルバート	場所打ちコンクリートによる場合	0.5~20.0m	内空幅 B:6.5mまで 内空高 H:5.0mまで
		プレキャスト部材による場合	0.5~6.0m	内空幅 B:5.0mまで 内空高 H:2.5mまで
	門形カルバート		0.5~10.0m	内空幅 B:8.0mまで
	アーチ カルバート	場所打ちコンクリートによる場合	10.0m以上	内空幅 B:8.0mまで
		プレキャスト部材による場合	0.5~14.0m	内空幅 B:3.0mまで 内空高 H:3.2mまで

適合条件

- 1) 裏込め・埋戻し材料は土であること。
 - 2) カルバートの縦断方向勾配が 10%程度以内であること。
 - 3) 本体断面にヒンジがないこと。
 - 4) 単独で設置されること。
 - 5) 直接基礎により支持されること。
 - 6) 中柱によって多連構造になってないこと。
 - 7) 土被り 50cm を確保すること。
- ② 第5章で述べる従来から慣用されてきた設計法・施工法に従い、許容応力度法によりカルバートの安定性及び部材の安全性の照査を行うとともに、『5-6 鉄筋コンクリート部材の構造細目』以降に示す構造細目に従えば、常時の作用及びレベル1地震動に対して性能1を、レベル2地震動に対して性能2を確保するとみなせるものとした。

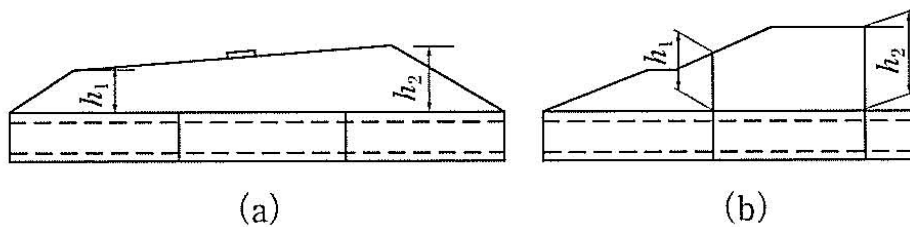
(2) 従来型剛性ボックスカルバートの設計方法

① 設計断面

- 1) 横断方向が基本。
- 2) 以下に該当する場合は縦断方向の検討を省略することができない。
 - a) 継手間隔が 15m 以上の場合
 - b) カルバートの縦断方向に荷重が大きく変化する場合
 - c) 基礎地盤が軟弱で、カルバートの縦断方向に不同沈下が生じる可能性が高い場合
 - d) カルバートの縦断方向に沿って地盤条件が急変する場合

② 土かぶり

- ・最小土かぶり(h_1)の場合と最大土かぶり(h_2)の場合とそれぞれ、活荷重による土圧も含めてカルバートに作用する荷重を求め、大きな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る。
- ・継ぎ手を設ける場合で、土かぶり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でも上記のような検討を行い、断面設計を行う。



解図 5-1 土かぶりの変化

③ 照査項目

解表 5-1 剛性ボックスカルバートの照査項目

構成要素	照査項目	照査手法	従来型剛性ボックスカルバートの照査項目 ^{注)}			適用
			ボックスカルバート	門形カルバート	アーチカルバート	
カルバート及び基礎地盤	変形	変形照査	△	△	△	基礎地盤に問題がない場合には省略可
	安定性	安定照査・支持力照査	△	○	△	門形カルバート以外の従来型剛性ボックスカルバートで基礎地盤に問題がない場合には省略可
カルバートを構成する部材	強度	断面力照査	○	○	○	門形カルバート以外の従来型剛性ボックスカルバートでは地震動の作用に対する照査は省略可
継手	変位	変位照査	×	×	×	本指針に示す継手構造を採用した従来型剛性カルバートでは省略可

注) ○：実施する，△：条件により省略可，×：一般に省略可

(3) 照査の前提条件

『第7章 施工』、『第8章 維持管理』に示されている施工、施工管理、維持管理が行われることを前提とする。

5-2 荷重

剛性ボックスカルバートの設計に当たっては、死荷重、活荷重、土圧、地盤変位等、並びに必要なに応じて地震の影響を適切に考慮するものとする。

解表 5-2 剛性ボックスカルバートの設計に用いる荷重

荷重		剛性ボックスカルバート			
		ボックスカルバート	アーチカルバート	門形カルバート	
主荷重	死荷重	カルバート構成部材の重量	○	○	○
		カルバート内の水の重量	△	△	×
	活荷重	カルバート上の活荷重	○	○	○
		カルバート内の活荷重	△	△	△
		衝撃	○	○	○
	土圧	鉛直土圧	○	○	○
		水平土圧	○	○	○
		活荷重による土圧	○	○	○
	水圧	△	△	△	
	浮力	△	△	×	
	コンクリートの乾燥収縮の影響	×	×	△	
従荷重	温度変化の影響	△	△	△	
	地震の影響	△	△	○	
主荷重に相当する特殊荷重	地盤変位の影響	×	×	×	

注) ○：必ず考慮する荷重

△：その荷重による影響が特にある場合を除いて、一般には考慮する必要のない荷重

×：考慮する必要のない荷重

※改訂のポイント

1)従来の指針「表 3-1 カルバートの設計に用いる荷重(P26)」との比較

- ・主荷重の欄に記載された『地盤(基礎)反力』を削除、主荷重に相当する特殊荷重が追加。作用する荷重が体系化される。なお、地盤反力の影響は『5-4 部材の安全性の照査』の中で、部材に生じる断面力の算出方法として解説されている。
 - ・従荷重『温度変化の影響』は、従来の指針ではボックスカルバート及びアーチカルバートでは考慮する必要のない荷重(×)とされていたが、今回、影響が特にある場合を除いて一般には考慮する必要のない荷重(△)にランクアップされている。
 - ・従荷重『地震の影響』は、従来の指針ではボックスカルバート及びアーチカルバートでは考慮する必要のない荷重(×)から影響が特にある場合を除いて一般には考慮する必要のない荷重(△)に、門形カルバートでは特にある場合を除いて一般には考慮する必要のない荷重(△)から必ず考慮する荷重(○)にランクアップされている。
- 2)『乾燥収縮の影響』及び『温度変化の影響』は、土被り 50cm 以上となる従来型ボックスカルバートでは一般に考えなくてよい。
- 3)『地震の影響』は、門形カルバートでは慣性力と地震時土圧を考慮する。カルバートが地下水位以下に埋設される場合で、周辺地盤の液状化の発生が想定される場合には、必要に応じて過剰間隙水圧を考慮して浮上がりに対する検討を行う。
- 4)地盤変位の影響は、剛性ボックスカルバート完成後、地盤の圧密沈下等による不同沈下によりカルバートに悪影響を与えるおそれがある場合には、その影響を考慮する。

5-2 剛性ボックスカルバートの安定性の照査

- (1) 剛性ボックスカルバートは、**直接基礎を基本**とする。
- (2) 剛性ボックスカルバートは、5-2 に示す荷重に対し、支持及び滑動に対して安定であるとともに変位が許容変位以下であることを照査するものとする。このとき、許容変位は、上部道路及び周辺施設から決まる変位を考慮して定めるものとする。但し、**門形カルバートを除く剛性ボックスカルバートで、基礎地盤に問題のない場合は、一般に安定性の照査を省力してよい。**
- (3) 地下水位以下に施工される剛性ボックスカルバートについては、浮上がりに対する安定の照査を行うものとする。

※改訂のポイント

- 1) 第5章で対象とする従来型剛性ボックスカルバートは、「直接基礎により支持されること」を適合条件としていることから、直接基礎を基本としている。従来の指針『3-2-2 場所打ちボックスカルバート (3)基礎工の設計<P58>』に記述されていた杭基礎の記述は削除される。
- 2) 安定性の照査項目(支持・滑動・変位)を明示し、地中に埋設される門形カルバートを除くカルバートについては、基礎地盤に作用する鉛直荷重が施工前の先行荷重よりも小さくなること等を踏まえて、安定性の照査を省力してよいと記載している。なお、以下については、安定性の照査を行う必要がある。
 - a) 門形カルバートは、常時及び地震時で考慮する荷重に対して、支持及び滑動の安定を照査する。斜角があり、偏土圧によってカルバートが回転移動を起こす可能性がある場合には、回転に対する照査を行う。
 - b) 高盛土の場合や、基礎地盤が軟弱で、沈下の影響がカルバートの機能・安全性及び上部路面に影響を与えることが想定される場合には沈下に対する照査を行う。
- 3) 浮上がり(浮力)に対する安定の照査は、従来の指針『3-2-1 共通 (2)設計に用いる荷重<P52>』の中で、「地下水位の高い所に埋設するカルバートで、内部空間を道路として利用する場合は、検討する必要がある。」としていた。今回の指針では、地下水位以下に剛性ボックスカルバートを埋設する場合を対象に、設計に用いる地下水位の設定方法等について詳細に解説されている。
 - a) 原則として、ボーリング孔や周辺の井戸等における観測結果から季節変動や経年変化等を考慮して設計に用いる地下水位を決定するものとする。
 - b) 海岸線に近い埋立地等では、満潮位を基準に浮力を考慮する。
 - c) 河川等の影響で地下水位の変動が大きい場所では、最高水位を把握して設計に用いる。

また、液状化の発生が予想される場合には、液状化に伴う過剰間隙水圧を考慮して浮上がりに対する安定の検討を行う。

5-4 部材の安全性の照査

5-4-1 一般

- (1) 剛性ボックスカルバートを構成する部材は、5-2 に示す荷重に対し、下記(2)、(3)、(4)により許容応力度法を用いて設計してよい。
- (2) 許容応力度法における部材の照査に当たっては、部材断面に生じる断面力は、弾性理論により算出するものとする。
- (3) 曲げモーメント及び軸方向力が作用する鉄筋コンクリート部材の照査は 5-4-2 により行うものとする。
- (4) せん断力が作用する鉄筋コンクリート部材の照査は、5-4-3 により行うものとする。

(1)部材の設計法及び(2)断面力の算出方法は従来と同様。

5-4-2 曲げモーメント及び軸方向力が作用するコンクリート部材

鉄筋コンクリート部材断面に生じるコンクリート及び鉄筋の応力度については、軸ひずみは中立軸からの距離に比例し、鉄筋とコンクリートのヤング係数比は 15、さらにコンクリートの引張応力度は無視するものと仮定して算出するものとする。また、それぞれの応力度は、4-5 に示す許容応力度を超えてはならない。

部材の照査方法は、従来と同様。

5-4-3 せん断力が作用するコンクリート部材

コンクリート部材のせん断力に対する照査は、平均せん断応力度 τ_m が許容せん断応力度以下であることを照査するものとし、以下のとおり行ってよい。

- (1) コンクリートのみでせん断力を負担する場合、平均せん断応力度 τ_m が 4-5-2 に示す許容せん断応力度 τ_{a1} 以下であることを照査する。
- (2) 斜引張鉄筋と協働してせん断力を負担する場合、平均せん断応力度 τ_m が 4-5-2 に示す斜引張鉄筋と協働してせん断力を負担する場合の許容せん断応力度 τ_{a2} 以下であることを照査する。

・部材の照査方法は、従来と同様。

・照査方法及び許容応力度の詳細は、『道路橋示方書Ⅳ下部構造編』に準じた内容で解説されている。

※改訂のポイント

部材(断面)の安全性に対する照査法を規定として明示する。

5-5 耐久性の検討（今回の改定で追加）

5-5-1 一般

剛性ボックスカルバートの設計に当たっては、経年劣化に対して十分な耐久性が保持できるように配慮しなければならない。

- 1) 劣化因子:中性化、塩化物イオンの浸透(塩害)、アルカリシリカ反応(アル骨)、凍結融解作用(凍害)、摩耗、化学的浸食がある。
- 2) 塩化物イオンの浸透(塩害)については、『5-5-2 塩害に対する検討』に(十分なかぶりを確保する対策工法として)記述。
- 3) 塩害以外の耐久性に検討は、『4-4 使用材料』、『第7章 施工』の記述内容に従うことにより一般に検討を省略することができる。
- 4) 環境条件が特に厳しい場合等には、耐久性も検討することが望ましい。

5-5-2 塩害に対する検討

- (1) 剛性ボックスカルバートは、塩害により所要の耐久性が損なわれてはならない。
- (2) 表 5-1 に示す地域における剛性ボックスカルバートにおいては、**十分なかぶりを確保するなどの対策を行うことにより**、(1)を満足するとみなしてよい。

表 5-1 塩害の影響地域

地域区分	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分	
			対策区分	影響度合い
A	沖縄県	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい
		100m をこえて 300m まで	I	影響を受ける
		上記以外の範囲	II	
B	図 5-1 及び表 5-2 に示す地域	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい
		100m をこえて 300m まで	I	影響を受ける
		300m をこえて 500m まで	II	
		500m をこえて 700m まで	III	
C	上記以外の地域	海上部及び海岸線から 20m まで	S	影響が激しい
		20m をこえて 50m まで	I	影響を受ける
		50m をこえて 100m まで	II	
		100m をこえて 200m まで	III	

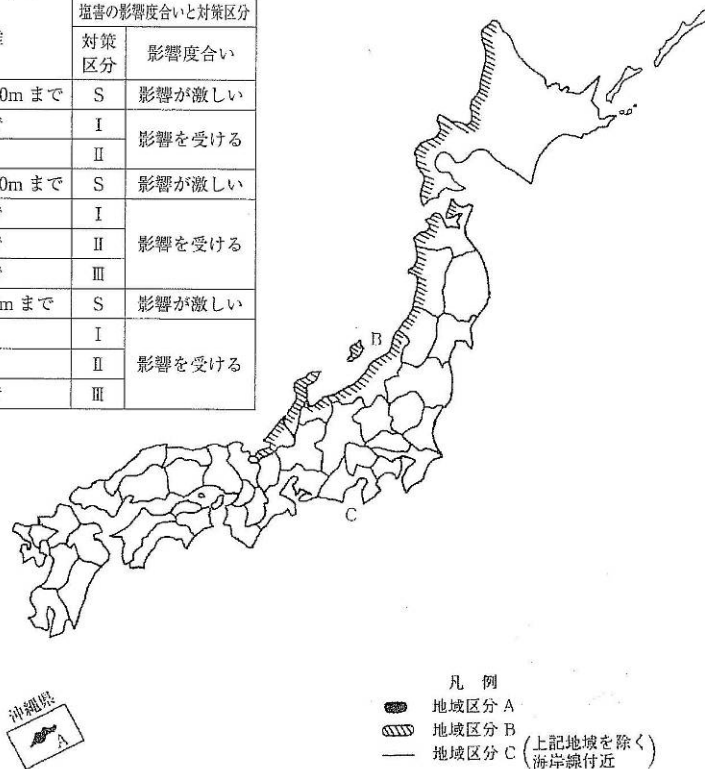


図 5-1 塩害の影響度合いの地域区分

表 5-2 地域区分 B とする地域

北海道のうち、宗谷支庁の礼文町・利尻富士町・利尻町・稚内市・猿払村・豊富町、留萌支庁、石狩支庁、後志支庁、檜山支庁、渡島支庁の松前町
 青森県のうち、蟹田町、今別町、平館村、三厩村（東津軽郡）、北津軽郡、西津軽郡、大間町、佐井村、鵜野沢村（下北郡）
 秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県

※塩害の影響を考慮したかぶりの確保（対策工法）

1)『道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編 6.2 塩害に対する検討』や『道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編 5.2 塩害に対する検討』を参考にしてよい。

『道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編 5.2 塩害に対する検討』

表-5.2.1 塩害の影響による最小かぶり (mm)

塩害の影響の度合い	構造 対策区分	(1) 工場で製作されるプレストレストコンクリート構造	(2) (1)以外のプレストレストコンクリート構造	(3) 鉄筋コンクリート構造
		影響が激しい	S	70 ^{※1}
影響を受ける	I	50	70	
	II	35	50	70
	III	50		
影響を受けない	6.6.1「鋼材のかぶり」による			

^{※1}塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装を併用

『道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編 6.2 塩害に対する検討』

表-6.2.1 塩害の影響による最小かぶり (mm)

塩害の影響の度合い	部材の種類 対策区分	はり, 柱, 壁
		影響が激しい
影響を受ける	I	90
	II	70
	III	50

※) 塗装鉄筋, コンクリート塗装, 埋設型棒等を併用

※道示Ⅲ 表 5.2.1 コンクリート橋の対策区分 I で鉄筋コンクリート構造のかぶりが 70mm としているのは、死荷重の影響及びひび割れの進展等の懸念から 70mm 程度以下に抑えることが望ましいからと解説されている。

- 2) 直接外気に接する鉄筋コンクリートは、かぶりを検討する際、建設地点の地形、気象・海洋条件、近傍の鉄筋コンクリート構造物の損傷実態等を十分検討し、対策区分を一段階上下に変更してもよい。
- 3) 常に水中または土中にあり、外気に接していない部位は、対策区分Ⅲとみなしてもよい。
- 4) 路面凍結防止剤を使用することが予想される場合、一般には対策区分 I 相当を想定した十分なかぶりを確保するのが望ましい。

5-6 鉄筋コンクリート部材の構造細目

5-6-1 一般

カルバートの鉄筋コンクリート部材の設計に当たっては、構造物に損傷が生じないための措置、構造上の弱点を作らない配慮、弱点と考えられる部分の補強方法、施工方法等を考慮し、設計に反映させるものとする。

※『5-6-2 最小鉄筋量』～『5-6-9 せん断補強鉄筋』の具体的な寸法、数量、方法は『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』に準じてよい。

5-6-2 最小鉄筋量

- (1) 曲げを受ける部材では、コンクリートのひび割れとともに耐力が減じて急激に破壊することのないように、軸方向鉄筋を配置するものとする。
- (2) 軸方向力が支配的な部材においては、想定した以上の偏心荷重が作用した場合にも部材がぜい性破壊しないように、軸方向鉄筋を配置するものとする。
- (3) コンクリートに局部的な弱点があっても、その部分の応力を分散できるように、必要な量の軸方向鉄筋を配置するものとする。
- (4) 乾燥収縮や温度勾配等による有害なひび割れが発生しないように、鉄筋を配置するものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.3 最小鉄筋量、最大鉄筋量)〈P173～P176〉参照

- (1) 曲げを受ける部材について、『道示IV 7.3』では『部材の最大抵抗曲げモーメントがひび割れ曲げモーメント以上となるように軸方向引張鉄筋を配置した場合は、上記規定(1)を満足するとみなしてよい。但し、部材に発生する曲げモーメントの 1.7 倍がひび割れ曲げモーメント以下の場合には、この規定によらなくてよい。』とされている。

$$M_c = Z_c \times (\sigma_{bt} + N/A_c)$$

ここに、 M_c : ひび割れ曲げモーメント(N・mm)

Z_c : コンクリート部材の断面係数(mm³)

σ_{bt} : コンクリートの曲げ引張強度(N/mm²) $\Rightarrow \sigma_{bt} = 0.23 \times \sigma_{ck}^{2/3}$

N : 軸方向力(N)

A_c : コンクリート部材の断面積(mm²)

<照査要領>

- ① 部材に発生する曲げモーメントの 1.7 倍がひび割れ曲げモーメント以下であるか。

$$1.7 \times M \leq M_c \Rightarrow (\text{この規定の適用外}) \Rightarrow \text{OK}$$

- ② $1.7 \times M > M_c$ となる場合は、部材の最大抵抗曲げモーメントがひび割れ曲げモーメント以上であることを照査。

$$M_r \geq M_c \Rightarrow \text{OK}$$

- (2) 軸方向力が支配的な部材について、『道示IV 7.3』では『柱や壁のように軸方向力を受ける部材の軸方向鉄筋量を、軸方向力に対して計算上必要なコンクリート断面積の 0.8%以上とした場合には、上記規定(2)、(3)を満足するとみなしてよい。』とされている。

$$A' = N / (0.008 \times \sigma_{sa} + \sigma_{ca})$$

ここに、 A' : 計算上必要なコンクリート断面積(mm²)

N : 軸方向力(常時、レベル1地震時)(N)

σ_{sa} : 鉄筋の許容圧縮応力度(N/mm²)

σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮応力度(N/mm²)

$$\langle \text{照査要領} \rangle \quad \Sigma A_s (\text{軸方向鉄筋量}) \geq 0.008 \times A'$$

- (3) 乾燥収縮や温度勾配等による有害なひび割れについて、『道示IV 7.3』では『部材表面に沿った長さ1m当たり500mm²以上の断面積の鉄筋を中心間隔300mm以下の間隔で配置した場合には、上記規定(4)を満足するとみなしてよい。』とされている。

5-6-3 最大鉄筋量

曲げを受ける部材では、鉄筋の降伏よりもコンクリートの破壊が先行するぜい性的な破壊が生じないように、軸方向の引張鉄筋を配置するものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.3 最小鉄筋量、最大鉄筋量)〈P173～P176〉参照

軸方向引張鉄筋は、その鉄筋量が釣合い鉄筋量以下となるように配置するものとする。一般には、軸方向引張鉄筋量を部材の有効断面積の2%以下とすればよい。

<照査要領> $\Sigma A_{st} \leq 0.002 \times A_c = 0.002 \times b \times d$

ここに、 A_{st} :部材断面に配置する軸方向引張鉄筋の断面積(mm²)

A_c :部材の有効断面積(mm²)

b :部材幅(mm)

d :有効高(mm)

5-6-4 鉄筋のかぶり

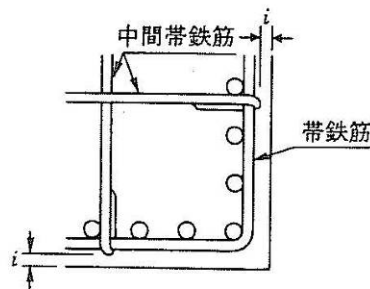
- (1) コンクリートと鉄筋との付着を確保し、鉄筋の腐食を防ぎ、水流や火災に対して鉄筋を保護するなどのために必要なかぶりを確保するものとする。
- (2) 水中または土中にある部材については、維持管理の困難さも考慮し、必要なかぶりを確保するものとする。
- (3) 水中で施工する鉄筋コンクリート部材については、コンクリートの品質、締固めの困難さ、施工精度等も考慮し、必要なかぶりを確保するものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.4 鉄筋のかぶり)〈P176～P177〉参照

鉄筋のかぶりについて、『道示IV 7.4』では『鉄筋のかぶりを鉄筋の直径以上、かつ、表-7.4.1 に示す値以上とする場合には、上記規定(1)、(2)を満足するとみなしてよい。』とされている。

表-7.4.1 鉄筋のかぶり (mm)

環境条件 \ 部材の種類	はり	柱, 壁	フーチング
	大気中の場合	35	40
水中及び土中の場合	—	70	70



ここに、 i :かぶり

図-7.4.1 鉄筋のかぶり

※『土木構造物設計マニュアル(案)ボックスカルバート・編』(Ⅲカルバート 2.2)参照

土木構造物設計マニュアル(案)では、Ⅲカルバート 2.2 配筋仕様の標準化の中に以下のように記載されている。

2. 2 配筋仕様の標準化

施工性を考慮し、配筋仕様は以下のとおりとする。

- (1) 重ね継手長や定着長で調整できる鉄筋は原則として、定尺鉄筋(50 cm ピッチ)を使用する。
- (2) 頂版、底版および側壁の配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置する。
- (3) 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は 10cm を標準とする。
ただし、底版については 11cm を標準とする。

【解説】

- (1) プレキャスト製品を除くボックスカルバートの鉄筋加工の単純化をはかるため、定尺鉄筋(50 cmピッチ)の使用を原則とし、重ね継手長を長くすることで調整することとする。ただし、スターラップ、組立筋、ハンチ筋はこの限りではない。また、鉄筋のフック長による調整は、鉄筋の加工作業を煩雑にさせるため行わないのがよい。

ユニット鉄筋を使用しない場合の鉄筋の重ね継手長は以下の式により求めた値以上とする。

$$l_a = \frac{\sigma_a}{4 \cdot \tau_{oa}} \cdot \phi$$

ここに、 l_a : 重ね継手長(10mm単位に切り上げ)(mm) {cm}

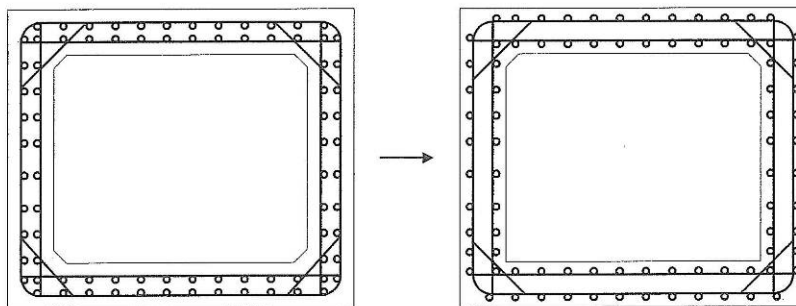
σ_a : 鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度(200 N/mm²) {2000 kgf/cm²}

τ_{oa} : コンクリートの許容付着応力度(1.6N/mm²) {16kgf/cm²}

ϕ : 鉄筋の直径(mm) {cm}

- (2) 従来の設計では施工性よりも設計計算の優位性を重要視して、主鉄筋を配力鉄筋の外側に配置していた。しかし、鉄筋の組立順序としては、従来の設計方法では施工性が悪く、また設計計算上の優位性もきわめて小さいことから施工性や荷重の分配、耐久性の確保等に配慮して配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置することとした。

ただし、土留め壁との間隔が狭い場合や、外型枠が埋め殺し型枠の場合や、鉄筋を組む前に型枠を設置する場合には、配筋の順序を考慮し、決めなければならない。



従来配筋方法

改善した配筋方法

図-解3. 3 配筋方法の改善

- (3) 鉄筋のかぶり、頂版・側壁の各部材については 4 cm、底版については 7 cm 以上とした。また(2)で規定した配力鉄筋の位置および、組立筋を考慮して、主鉄筋中心から、コンクリート表面までの距離を、頂版・側壁については 10 cm、底版については 11 cm を標準値とする。

5-6-5 鉄筋のあき

- (1) 鉄筋の周囲にコンクリートが十分に行きわたり、かつ、確実にコンクリートを締め固められるように鉄筋のあきを設けるものとする。
- (2) コンクリートと鉄筋とが十分に付着し、両者が一体となって働くために必要な鉄筋のあきを確保するものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.5 鉄筋のあき) <P177~P178>参照

鉄筋のあきについて、『道示IV 7.5 (3)』では『下記による場合には、上記規定(1)、(2)を満足するとみなしてよい。』とされている。

- ① 鉄筋のあきは、40mm 以上かつ粗骨材の最大寸法の4/3倍以上とする。
- ② 鉄筋のあきは、①によるほか、鉄筋の直径の 1.5 倍以上とする。

※『土木構造物設計マニュアル(案)ボックスカルバート・編』(Ⅲカルバート 2.3)参照

土木構造物設計マニュアル(案)では、Ⅲカルバート 2.3 配筋の標準化の中で125mm 及び250mm の鉄筋間隔を標準としている。

ユニット鉄筋を使用しない場合の主鉄筋径と配筋間隔、主鉄筋と配力鉄筋との関係を標準化するものとする。

【解説】

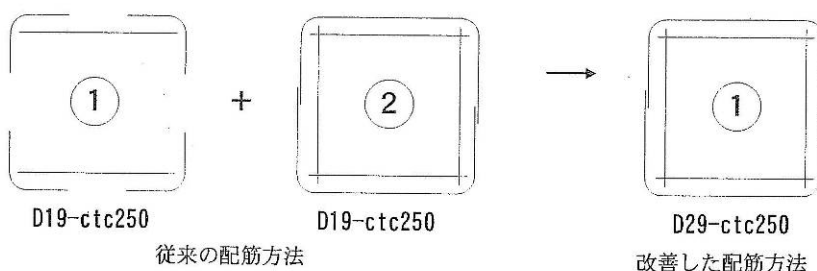
配筋仕様は次の通りとする。

- 1) 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔は、表一解3. 2の組合わせを標準とする。

表一解3. 2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組み合わせ

径 \ 配筋間隔	D 13	D 16	D 19	D 22	D 25	D 29	D 32
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。



図一解3. 4 主鉄筋本数の低減

- 2) 主鉄筋と配力鉄筋の関係は、表一解3. 3の組合わせを標準とする。

表一解3. 3 主鉄筋と配力鉄筋の組み合わせ

主鉄筋 \ 配力鉄筋	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	250mm				125mm			
	D13ctc250mm	○	○	○	○	○	○								
D16ctc250mm							○	○	○						
D19ctc250mm													○	○	

圧縮鉄筋および配力鉄筋などの部材設計から算出できない鉄筋については、引張側主鉄筋または軸方向鉄筋の1/6以上の鉄筋量を配置するものとして標準化したものである。

5-6-6 鉄筋の定着

鉄筋の端部は、鉄筋とコンクリートが一体となって働くように、確実に定着させる。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.6 鉄筋の定着)〈P178～P181〉参照

鉄筋の定着について、『道示IV 7.6 』を添付する。(2)に準じる。

7.6 鉄筋の定着

- (1) 鉄筋の端部は、鉄筋とコンクリートが一体となって働くように、確実に定着するものとする。
- (2) 次による場合には、(1)を満足するとみなしてよい。
 - 1) 鉄筋の端部は、次の規定のいずれかの方法によりコンクリートに定着するものとする。ただし、引張鉄筋に丸鋼を用いる場合は、フックをつけて定着するものとする。
 - i) コンクリート中に埋込み、鉄筋とコンクリートとの付着により定着する。
 - ii) コンクリート中に埋込み、フックをつけて定着する。
 - iii) 定着板等を取付けて機械的に定着する。
 - 2) 鉄筋とコンクリートの付着により定着する場合の定着長は、7.8(2)2)及び3)に規定する鉄筋の重ね継手長に等しい長さ以上とする。
 - 3) フックをつけて引張鉄筋を定着する場合の定着長は、2)に規定する定着長の2/3倍以上とする。また、フックをつけて圧縮鉄筋を定着する場合の定着長は2)の規定によるものとし、フックの効果を考慮しないものとする。
 - 4) はりの正鉄筋は、計算上必要としなくなった断面位置から部材の有効高に等しい長さだけのばして曲げ上げるか、又は、そのままのばして圧縮部のコンクリートに定着する。ただし、正鉄筋の本数の1/3以上は、曲げ上げずに支点をこえて圧縮部のコンクリートに定着するものとする。
 - 5) はりの負鉄筋は、計算上必要としなくなった断面位置から部材の有効高に等しい長さだけのばして曲げ下げるか、又は、そのままのばして圧縮部のコンクリートに定着する。ただし、負鉄筋の本数の1/3以上は、曲げ下げずに反曲点をこえて支間の1/16以上、かつ、部材の有効高に等しい長さ以上のばして定着するものとする。
 - 6) はりの折曲げ鉄筋の端部は、所定のかぶりを確保したうえで、部材の上面又は下面にできる限り接近させ、さらにそれに平行に折曲げ、圧縮部のコンクリートに定着する。この場合には、フックをつけた異形棒鋼及びフックをつけない異形棒鋼の定着長は、それぞれ鉄筋の直径の10倍及び15倍以上とするものとする。
 - 7) 片持ばり等の固定部における鉄筋は、断面力が十分に伝達される長さだけのばし、フックをつける等により定着する。

5-6-7 鉄筋のフック及び曲げ形状

- (1) 鉄筋の曲げ形状は、加工が容易にでき、かつ、鉄筋の材質が傷まないような形状とする。
- (2) 鉄筋の曲げ形状は、コンクリートに大きな支圧応力を発生させないような形状とするものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.7 鉄筋のフック及び鉄筋の曲げ形状)参照
鉄筋のフック及び曲げ形状について、『道示IV 7.7 』を添付する。(3)に準じる。

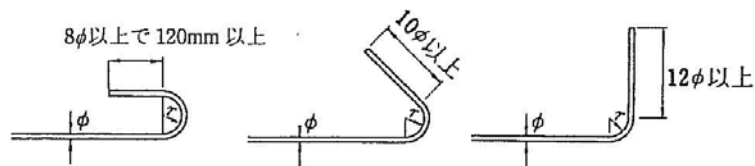
7.7 鉄筋のフック及び鉄筋の曲げ形状

- (1) 鉄筋の曲げ形状は、加工が容易にでき、かつ、鉄筋の材質が傷まないような形状とするものとする。
- (2) 鉄筋の曲げ形状は、コンクリートに大きな支圧応力を発生させないような形状とするものとする。
- (3) 次による場合には、(1)及び(2)を満足するとみなしてよい。

1) 鉄筋のフック

鉄筋のフックは、次の規定によるものとする。

- i) 丸鋼のフックには、半円形フックを用いる。
- ii) 異形棒鋼のフックには、半円形フック、直角フックあるいは鋭角フックを用いる。
- iii) 鉄筋のフックは、図-7.7.1 に基づき、曲げ加工する部分の端部から次に示す値以上まっすぐにのばす。また、フックの曲げ内半径は、2)の規定による。
 - (a) 半円形フック：鉄筋の直径の 8 倍又は 120mm のうち大きい値
 - (b) 鋭角フック：鉄筋の直径の 10 倍
 - (c) 直角フック：鉄筋の直径の 12 倍



(a) 半円形フック (b) 鋭角フック (c) 直角フック

ここに、 ϕ ：鉄筋の直径 (mm)

r ：鉄筋の曲げ内半径 (mm)

図-7.7.1 鉄筋のフックの曲げ形状

2) 鉄筋の曲げ形状

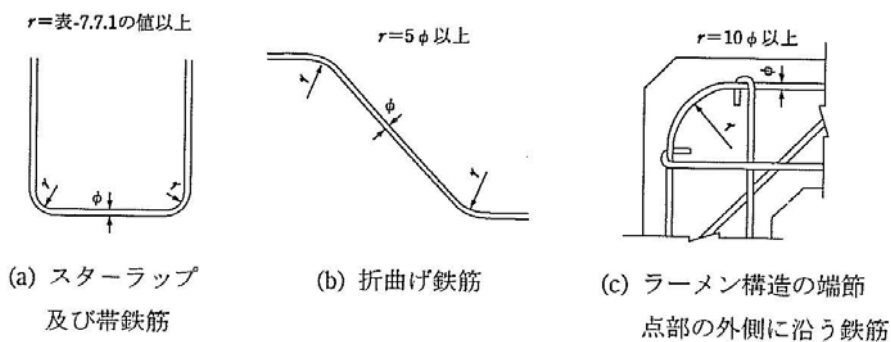
鉄筋の曲げ内半径は、図-7.7.1 及び図-7.7.2 に基づき、次の規定によるものとする。なお、曲げ内半径は、曲げ加工される鉄筋の内側の半径とする。

- i) 鉄筋のフックの曲げ内半径は、表-7.7.1 の値以上とする。
- ii) スターラップ及び帯鉄筋の曲げ内半径は、表-7.7.1 の値以上とする。
- iii) 折曲げ鉄筋の曲げ内半径は、鉄筋の直径の 5 倍以上とする。ただし、コンクリート部材の側面から鉄筋の直径の 2 倍に 20mm を加えた距離（鉄筋の直径×2+20mm）以内にある鉄筋を折曲げ鉄筋として用いる場合には、その曲げ内半径は、鉄筋の直径の 7.5 倍以上とするものとする。
- iv) ラーメン構造の端節点部の外側に沿う鉄筋の曲げ内半径は、鉄筋の直径の 10 倍以上とする。

表-7.7.1 鉄筋の曲げ内半径 (mm)

種 類	記 号	曲げ内半径	
		フック	スターラップ及び帯鉄筋
丸 鋼	SR235	2φ	1φ
異形棒鋼	SD295A, B	2.5φ	2φ
	SD345	2.5φ	2φ

ここに φ : 鉄筋の直径 (mm)



ここに、φ : 鉄筋の直径 (mm)

r : 鉄筋の曲げ内半径 (mm)

図-7.7.2 鉄筋の曲げ内半径

5-6-8 鉄筋の継手

鉄筋に継手を設ける場合は、部材の弱点とならないようにするものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.8 鉄筋の継手)参照

鉄筋の継手について、『道示IV 7.8 』を添付する。(2)に準じる。

7.8 鉄筋の継手

(1) 鉄筋を継ぐ場合は、部材の弱点とならないようにするものとする。

(2) 次による場合には、(1)を満足するとみなしてよい。

- 1) 鉄筋の継手位置は、一断面に集中させないものとする。また、応力が大きい位置では、鉄筋の継手を設けないのが望ましい。
- 2) 引張鉄筋に重ね継手を用いる場合は、式(7.8.1)により算出する重ね継手長 l_a 以上、かつ、鉄筋の直径の20倍以上重ね合わせる。また、重ね継手部には、継ぐ鉄筋1本の断面積の1/3以上の断面積を持つ横方向鉄筋を配置して補強する。

$$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4\tau_{0a}}\phi \dots\dots\dots (7.8.1)$$

ここに、

- l_a : 付着応力度より算出する重ね継手長 (mm)
- σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm²)
- τ_{0a} : コンクリートの許容付着応力度 (N/mm²)
- ϕ : 鉄筋の直径 (mm)

- 3) 圧縮鉄筋に重ね継手を用いる場合は、式(7.8.1)により算出する長さ l_a の80%以上、かつ、鉄筋の直径の20倍以上重ね合わせる。
- 4) 丸鋼に重ね継手を用いる場合は、その端部に半円形フックを設ける。
- 5) 引張鉄筋に、機械的継手、スリーブ継手、溶接継手、ガス圧接継手等を用いる場合は、鉄筋の種類、直径、応力状態、継手位置等を考慮して継手部の強度を定める。

5-6-9 せん断補強鉄筋

せん断補強を目的としてせん断補強鉄筋を配置する場合には、有効に働くように配置するものとする。

※『道路橋示方書・同解説IV下部構造編』(7.10 スターラップ)参照
鉄筋の継手について、『道示IV 7.10 』を添付する。(2)に準じる。

7.10 スターラップ

- (1) はりやフーチングにせん断補強を目的としてスターラップを配置する場合には、有効に働くように配置するものとする。
- (2) 次による場合には、(1)を満足するとみなしてよい。
 - 1) スターラップは直径 13mm 以上の異形棒鋼とする。
 - 2) スターラップは、部材全体にわたって配置する。
 - 3) はりのスターラップは、引張鉄筋を取り囲み、フックをつけて圧縮部のコンクリートに定着する。また、圧縮鉄筋がある場合は、引張鉄筋及び圧縮鉄筋を取り囲み、フックをつけて圧縮部のコンクリートに定着する。
 - 4) フーチングのスターラップは、フーチング下面及び上面に配置される水平方向鉄筋を取り囲みフックをつけてコンクリートに定着するか、又は、水平方向鉄筋にフックをかけて定着する。
 - 5) はりに計算上スターラップを配置する必要がある場合、スターラップの間隔は、はりの有効高の 1/2 以下かつ 300mm 以下とする。また、計算上スターラップを必要としない場合においても、スターラップをはりの有効高以下の間隔に配置する。
 - 6) フーチングに計算上スターラップを配置する必要がある場合、スターラップの間隔は、フーチングの有効高の 1/2 以下とする。また、計算上スターラップを必要としない場合においても、スターラップをフーチングの有効高以下の間隔に配置する。

5-6-10 配力鉄筋及び圧縮鉄筋

- (1) 剛性ボックスカルバートは構造物軸方向に連続しており、断面や地盤が変化することから、十分な量の配力鉄筋を配置する。
- (2) 各部材において圧縮側となる軸方向鉄筋は、引張側の軸方向鉄筋量に応じ、十分な量の圧縮鉄筋を配置するものとする。

一般には、配力鉄筋の配筋量は、軸方向鉄筋量×1/6 以上の鉄筋量を配置するものとする。但し、構造物軸方向に地盤が変化し、詳細な応力を検討する必要がある場合や、集中荷重が載荷される場合には、この限りではない。

また、圧縮側となる軸方向鉄筋(圧縮鉄筋)の配筋量は、引張側の軸方向鉄筋(引張鉄筋)の 1/6 以上を配置するものとする。

※『土木構造物設計マニュアル(案)ボックスカルバート・編』(Ⅲカルバート 2.3)参照

土木構造物設計マニュアル(案)では、Ⅲカルバート 2.3 配筋の標準化の中で表-解 3.3 の組合せを標準としている。

ユニット鉄筋を使用しない場合の主鉄筋径と配筋間隔、主鉄筋と配力鉄筋との関係を標準化するものとする。

【解説】

配筋仕様は次の通りとする。

- 1) 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔は、表-解 3. 2 の組合せを標準とする。

表-解 3. 2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組み合わせ

径 \ 配筋間隔	D 13	D 16	D 19	D 22	D 25	D 29	D 32
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。

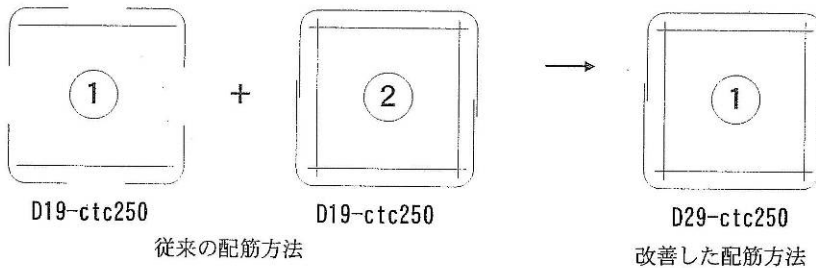


図-解 3. 4 主鉄筋本数の低減

- 2) 主鉄筋と配力鉄筋の関係は、表-解 3. 3 の組合せを標準とする。

表-解 3. 3 主鉄筋と配力鉄筋の組み合わせ

主鉄筋 \ 配力鉄筋	250mm								125mm			
	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D22	D25	D29	D32	
D13ctc250mm	○	○	○	○	○	○						
D16ctc250mm							○	○	○			
D19ctc250mm										○	○	

圧縮鉄筋および配力鉄筋などの部材設計から算出できない鉄筋については、引張側主鉄筋または軸方向鉄筋の 1/6 以上の鉄筋量を配置するものとして標準化したものである。

5-7 場所打ちボックスカルバートの設計

- (1) 場所打ちボックスカルバートは、**常時**での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度により、設計上最も不利となる状態を考慮して**設計**するものとする。
- (2) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。必要に応じて剛域の影響を考慮して設計するものとする。
- (3) カルバートの安定性の照査は、5-3に準じる。
- (4) 裏込めは、路面の平坦性が確保できる盛土材料の使用、土の締固め度としなければならない。
- (5) 継手はカルバート相互の一体性及び止水性を確保するとともに、施工性を考慮して設けるものとする。
- (6) カルバートの先端が盛土の外に出る場合には、現地の条件に応じて、適切にウイングを設ける。
- (7) 構造細目は、耐久性、使用性を満足する構造としなければならない。
- (8) 標準設計や図集を用いることによって、設計・施工の標準化による業務の簡素化を図ってもよい。

※改訂のポイント

- 1)設計要領、設計条件を規定する。
- 2)関連する解説内容の中で、従来の指針(H10 年度の指針)と比較して、せん断力の照査要領に相違がみられる。(実質的なせん断照査位置が、節点位置から支間側に照査対象部材の有効高×2 の位置から、壁前面から支間側に部材高×1/2 の位置に変更)

従来 (H10 年度) の指針

せん断照査位置: $X=0$ (節点位置)

$X=2 \times d$ の2箇所

せん断応力度の照査にあたり、 $X=0 \sim 2d$ 区間は下記の許容応力度の割増係数を適用

$$\alpha = 2 - X / (2 \times d)$$

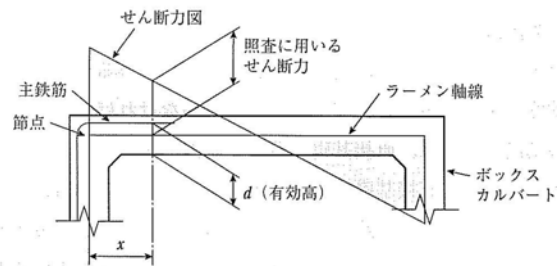
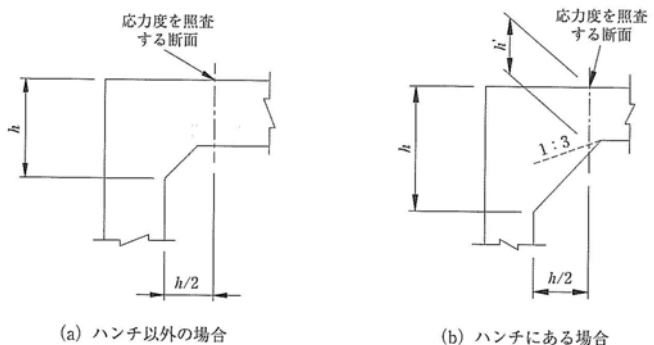


図 3-18 コンクリートのみでせん断力を負担する場合のせん断力に対する照査位置

新指針 (H21 年度改訂指針)

せん断照査位置: $h/2$ の位置

せん断応力度の照査にあたり特別な許容応力度の割増係数はなし。



解図 5-15 せん断力に対する照査位置

- 3)裏込め、継手、ウイング等の細目については、基本的な記載内容は従来と同様であるが、継手の設計の中で、『継手間隔は 10～15m 程度を原則、施工位置として土かぶり 1m 以下の場合には中央分離帯に設ける。』ウイングの設計の中で、『ウイング先端までの長さは最大 8m とする。』等、従来の指針に比べて、具体的な数値が明示されている。
- 4)従来(H11)の指針で、基礎工の設計で記載されていた杭基礎が削除される。

5-8 プレキャストボックスカルバートの設計

- (1) プレキャストボックスカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) プレキャストボックスカルバートは、**常時**での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度等により、設計上最も不利となる状態を考慮して**設計**するものとする。
- (3) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。
- (4) プレキャストボックスカルバートの基礎は、直接基礎を標準とする。
- (5) 裏込めの設計は、5-7に準じるものとする。
- (6) 継手の設計は、5-7に準じるものとする。
- (7) カルバートの先端が盛土の外に出る場合には、現地の条件に応じて、適切にウイングを設ける。
- (8) 構造細目は、耐久性、使用性を満足する構造としなければならない。

※改訂のポイント

- 1)設計要領、設計条件を規定する。
- 2)関連する解説内容の中で、従来の指針(H10 年度の指針)と比較して、せん断力の照査要領に相違がみられる。(実質的なせん断照査位置が、節点位置から支間側に照査対象部材の有効高×2の位置から、壁前面から支間側に部材高×1/2の位置に変更)

従来 (H10 年度) の指針

せん断照査位置: $X=0$ (節点位置)
 $X=2 \times d_o$ の2箇所

せん断応力度の照査にあたり、 $X=0 \sim 2d$
 の区間は下記の許容応力度の割増係数を適用
 $\alpha = 2 - X / (2 \times d_o)$

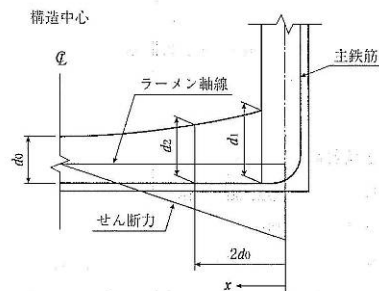
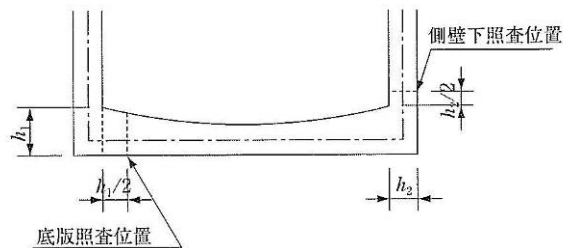


図 3-47 インバート部のせん断応力度の照査位置と部材の有効高さのとり方

新指針 (H21 年度改訂指針)

せん断照査位置: $h/2$ の位置

せん断応力度の照査にあたり特別な許容応力度の割増係数はなし。



解図 5-40 インバート部のせん断応力度の照査位置と部材の有効高さ

- 3)従来(H10 年度)の指針で、基礎形式の選定で記載されいた杭基礎とする場合が削除される。

5-9 門形カルバートの設計

- (1) 門形カルバートは、常時及び地震時での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度、地震の影響等により、設計上最も不利となる状態を考慮して設計するものとする。
- (2) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。
- (3) カルバートの安定性の照査は、支持力に対する照査及び必要に応じて滑動に対する照査を行う。
- (4) 裏込めの設計は、5-7に準じるものとする。
- (5) 継手の設計は、5-7に準じるものとする。
- (6) ウイングの設計は、5-7に準じるものとする。
- (7) 構造細目は、5-7に準じるものとする。

※改訂のポイント

- 1)設計要領、設計条件を規定する。
- 2)地震の影響に対する取り扱い及び設計水平震度が改訂される。

従来 (H10 年度) の指針

地震の影響の取扱:規模が大きい場合は検討するのがよい。

設計水平震度: 設計水平震度の標準値

地盤種別	I 種地盤	II 種地盤	III 種地盤
設計水平震度の標準値	0.12	0.15	0.18

新指針 (H21 年度改訂指針)

地震の影響の取扱:全ての門形カルバートが対象。

設計水平震度: 設計水平震度の標準値

地盤種別	I 種地盤	II 種地盤	III 種地盤
設計水平震度の標準値	0.16	0.20	0.24

- 3) 滑動に対する照査は、ストラットが設けられない場合や、基礎地盤が軟岩以上でも滑動防止をしない場合に行わなければならない。

5-10 場所打ちアーチカルバートの設計

- (1) 場所打ちアーチカルバートは、常時での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度等により、設計上最も不利となる荷重状態を考慮して設計するものとする。
- (2) 構造設計はラーメンの構造解析によるものとする。
- (3) カルバートの安定性の照査は5-3に準じるものとする。
- (4) 裏込めの設計は、5-7に準じるものとする。
- (5) 継手の設計は、5-7に準じるものとする。
- (6) ウイングの設計は、5-7に準じるものとする。
- (7) 構造細目は、5-7に準じるものとする。

※改訂のポイント

- 1)設計要領、設計条件を規定する。
- 2)設計要領は、従来(H10 年度)の指針と同様。

5-11 プレキャストアーチカルバートの設計

- (1) プレキャストアーチカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) プレキャストアーチカルバートは、**常時**での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度等により、設計上最も不利となる状態を考慮して**設計**するものとする。この際、コンクリートの設計基準強度を適切に設定する。
- (3) 構造設計は5-10に準じたラーメンの構造解析を用い、縦断方向の設計及び断面設計は5-8に準じて行う。
- (4) 基礎の設計は、5-8に準じる。
- (5) 裏込めの設計は、5-8に準じる。
- (6) 継手の設計は、5-8に準じる。
- (7) プレキャストアーチカルバートでは、ウイングは原則として取り付けない。
- (8) 構造細目は、耐久性、使用性を満足する構造としなければならない。

※改訂のポイント

- 1)設計要領、設計条件を規定する。
- 2)設計要領は、従来(H10 年度)の指針と同様。

第 6 章 パイプカルバートの設計 (P168~262) <従来指針 P91~167>

6-1 基本方針

- (1) 従来型パイプカルバートは、以下に従って設計してよい。
- (2) パイプカルバートの設計に当たっては、適切な設計断面を設定し、6-1-2 に示す荷重に対してカルバートの安定性、及び部材の安定性の照査を行うものとする。また、必要に応じて耐久性の検討を行うものとする。
- (3) 上記は第7章及び第8章に示されている施工、施工管理、維持管理が行われることを前提とする。

(1) 従来型パイプカルバート設計の基本方針

- ① 1-3-1 従来型カルバートに示す条件(以下)を満足しているものを対象とする。

適用範囲

カルバートの種類		項 目	適用土かぶり(m)	断面の大きさ(m)
剛性パイプ カルバート	遠心力鉄筋コンクリート管		0.5~20.0m	3.0mまで
	プレストレストコンクリート管		0.5~31.0m	3.0mまで
たわみ性 パイプ カルバート	コルゲートメタルカルバート		(舗装厚+0.3m)または 0.6m の大きい方~60m	4.5mまで
	硬質塩化ビニルパイプカルバート (円形管<UV>の場合)		(舗装厚+0.3m)または 0.5m の大きい方~7m	0.7mまで
	強化プラスチック複合 パイプカルバート		(舗装厚+0.3m)または 0.5m の大きい方~10m	3.0mまで
	高耐圧ポリエチレン パイプカルバート		(舗装厚+0.3m)または 0.5m の大きい方~26m	2.4mまで

適合条件

- 1) 裏込め・埋戻し材料は土であること。
 - 2) カルバートの縦断方向勾配が 10%程度以内であること。
 - 3) 本体断面にヒンジがないこと。
 - 4) 単独で設置されること。
 - 5) 直接基礎により支持されること。
 - 6) 中柱によって多連構造になってないこと。
 - 7) 土被り 50cm を確保すること。
- ② 第 6 章で述べる従来から慣用されてきた設計法・施工法に従えば、常時の作用及びレベル1地震動に対して性能1を、レベル2地震動に対して性能2を確保するとみなせるものとした。

(2) 従来型パイプカルバートの設計方法

1) 設計断面

パイプカルバートの設計は、横断方向について行う。

2) 照査項目

解表 6-1 従来型パイプカルバートの照査項目

構成要素	照査項目	照査手法	従来型パイプカルバートの照査項目 ^(注)		適用
			剛性パイプカルバート	たわみ性パイプカルバート	
カルバート及び基礎地盤	変形	変形照査	△	△	基礎地盤に問題がない場合には省略可
	安定性	安定照査・支持力照査	△	△	
カルバートを構成する部材	強度	断面力照査	○	○	従来型パイプカルバートでは地震動の作用に対する照査は省略可
継手	変位	変位照査	×	×	本指針に示す継手構造を採用した従来型パイプカルバートでは省略可

注) ○：実施する，△：条件により省略可，×：一般に省略可

① カルバート及び基礎地盤

パイプカルバートを地中に埋設する場合は、鉛直荷重が施工前の先行荷重よりも小さくなる。盛土内に埋設する場合でも、周囲の盛土と比較して増加荷重は小さい。このため、基礎地盤が良好な場合には、安定性に関する検討は省略してもよい。

② カルバートを構成する部材

パイプカルバートを構成する部材に生じる断面力や応力度、たわみ率を照査指標として、これらが許容値以下であることを照査する。各種パイプカルバートの照査指標は、解表 6-2 に示す。

解表 6-2 従来型パイプカルバートを構成する部材の照査指標

カルバートの種類	照査指標
剛性パイプカルバート	曲げ耐力に対する安全率
コルゲートメタルカルバート	コルゲートの座屈強さ 許容たわみ量
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 高耐圧ポリエチレンパイプカルバート	許容たわみ率 許容曲げ応力度

③ 継手

これまでの経験・実績から指針第6章に示す継手構造を採用する場合には、継手の照査を省略してもよい。

④ 裏込め部・埋戻し部

これまでの経験・実績から指針第7章に示す施工が行われる場合には、裏込め部あるいは埋戻し部の沈下による上部道路に与える影響について、照査を省略してもよい。

3) 地震動の作用に対する照査

これまでの経験・実績を踏まえて、指針第6章に従い常時の作用に対して設計された従来型パイプカルバートは、地震時の作用に対して、要求性能を満足するものとみなせるものとした。なお、軟弱地盤や液化化地盤等、地震時の基礎地盤の安定や変形がカルバートや上部道路に影響すると想定される場合には『道路土工—軟弱地盤対策工指針』により、これらの影響を検討する。

(3) 照査の前提条件

『第7章 施工』、『第8章 維持管理』に示めされている施工、施工管理、維持管理が行われることを前提とする。

6-1-2 荷重

従来型パイプカルバートの設計に当たっては、死荷重、活荷重、土圧、地盤変位の影響等を適切に考慮するものとする。

解表 6-3 従来型パイプカルバートの設計に用いる荷重

荷重		パイプカルバート			
		剛性パイプ カルバート	たわみ性パイプカルバート		
			コルゲート メタルパイプ カルバート	その他従来型 たわみ性パイプ カルバート ^(注)	
主荷重	死荷重	管の重量	○	×	×
		管内の水の重量	△	△	△
	活荷重	管上の活荷重	○	○	○
		管内の活荷重	×	×	×
		衝撃	○	○	○
	土圧	鉛直土圧	○	○	○
		水平土圧	×	○	○
		活荷重による土圧	○	○	○
	水圧	×	×	×	
	浮力	×	×	△	
	コンクリートの乾燥収縮の影響	×	×	×	
	従荷重	温度変化の影響	×	×	×
地震の影響		×	×	×	
主荷重に 相当する 特殊荷重	地盤変位の影響	×	×	×	

注) その他の従来型たわみ性パイプカルバート:

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,
高耐圧ポリエチレンパイプカルバート

○: 必ず考慮する荷重

△: その荷重による影響が特にある場合を除いて, 一般には考慮する必要のない荷重

×: 考慮する必要のない荷重

※改訂のポイント

1) 従来の指針「表 3-1 カルバートの設計に用いる荷重(P26)」との比較

- ・主荷重の欄に記載された『地盤(基礎)反力』を(荷重の欄から)削除し、主荷重に相当する特殊荷重が追加。作用する荷重が体系化される。
- ・設計に用いる荷重は、基本的には従来(H10 年度)の指針と同様。

2) 『乾燥収縮の影響』及び『温度変化の影響』は、一般に土被り 50cm 以上となるため考えなくてよい。

3) 地盤変位の影響は、パイプカルバート完成後、地盤の圧密沈下等による不同沈下によりカルバートに悪影響を与えるおそれがある場合には、その影響を考慮する。

6-2 剛性パイプカルバートの設計

6-2-1 一般

従来型剛性パイプカルバートの設計に当たっては、埋設形式、荷重、基礎形式を適切に設定し、カルバートの安定性及び部材の安全性を照査するものとする。

従来型剛性パイプカルバートについては、これまでの経験・実績等を踏まえて、**従来の照査手法及び構造細目に従って設計**を行ってよい。

※改訂のポイント

- 1) 埋設形式は、従来(H10 年度)の指針と同様、突出型と溝型に分類。なお、従来(H10 年度)の指針、突出型の中に記述されていた『軟弱地盤に埋設される管が杭により支持される場合』が削除される。
- 2) 荷重は、従来(H10 年度)の指針と同様。
- 3) 基礎形式は、従来(H10 年度)の指針と同様、砂基礎、砕石基礎またはコンクリート基礎が記載されているが、管路の沈下を防ぐための基礎として、従来(H10 年度)の指針に記載されていた杭を使用した基礎形式が削除される。

	H21 年度版の指針	H10 年度版の指針
土工指針 対象管種	遠心力鉄筋コンクリート管 プレストレストコンクリート管	遠心力鉄筋コンクリート管 コア式プレストレストコンクリート管 セラミックパイプカルバート

※JIS の変遷により、『コア式プレストレストコンクリート管』が『プレストレストコンクリート管』に名称変更、セラミックパイプカルバートが削除。

6-2-2 剛性パイプカルバートの設計

- (1) 剛性パイプカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) 管体の設計では、管に生じる最大曲げモーメントが許容曲げモーメントと比べて安全となるようにする。
- (3) 基礎の設計では、(2)を満足するような条件を設定し、材料の選定を適切に行う。
- (4) 被覆部・埋戻し部は材料の選定と締固めを適切に行う。
- (5) カルバートを他の構造物に直接接続する場合、不同沈下や地震等による相対変位によって取付部分が破損するのを防ぐ対策を行う。
- (6) 設計で考慮する荷重に対して、継手に損傷が生じないことを確認する。

- (1) 管の種類と規格(従来指針 P101 3-3-2(1))

JIS 規格の変遷をふまえて、遠心力鉄筋コンクリート管は JIS A 5372(平成 22 年改正)の外圧管を対象に、プレストレストコンクリート管は JIS A 5373 の外圧管を対象に、それぞれ管の種類と規格(曲げ強度)の**記述内容が改訂される**。

- (2) 管体の設計(従来指針 P105 3-3-2(2))

管に生じる最大曲げモーメント及び許容曲げモーメントの計算式は、従来(H10 年度)の指針と同様。

- (3) 基礎の設計(従来指針 P107 3-3-2(3))

基礎の設計では、基礎材、基床厚、基礎寸法について、標準的な寸法が記載されている。従来(H10 年度)の指針と同様

- (4) 被覆部・埋戻し部の設計。

管頂から 30cm を被覆部、その上部を埋戻し部と区分する。

- (5) 構造物周辺の配管(従来指針 P99 3-3-1(5))

従来(H10 年度)の指針と同様。

- (6) 構造細目

これまでの経験・実績から指針第 6 章に示す継手構造を採用する場合には、継手の照査を省略してもよい。

※改訂のポイント：剛性パイプカルバートの設計方法を体系化して条文に規定。

JIS の改正等を踏まえて適用管種を改訂(セラミックパイプカルバートを削除)

6-3 たわみ性パイプカルバートの設計

6-3-1 一般

従来型たわみ性パイプカルバートの設計に当たっては、埋設形式、荷重、基礎形式を適切に設定し、カルバートの安定性及び部材の安全性を照査するものとする。

たわみ性カルバートは、鉛直土圧によってたわみ、カルバート両側の土砂を圧縮し、その時生じる受働土圧を受けることによって、カルバートに加わる外圧を全周に渡り均等化して抵抗するものである。従って、十分な側方受働土圧抵抗を発揮するため、適切に埋戻し、十分ま締固めを行うことが設計の前提となる。

従来型剛性パイプカルバートについては、これまでの経験・実績等を踏まえて、**従来の照査手法及び構造細目に従って設計を行ってよい。**

	H21 年度版の指針	H10 年度版の指針
土工指針 対象管種	コルゲートメタルカルバート 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 高耐圧ポリエチレンパイプカルバート	コルゲートメタルカルバート 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

※高耐圧ポリエチレンパイプカルバートが追加。

6-3-2 コルゲートメタルカルバートの設計

- (1) コルゲートメタルカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類を適切に選定して用いる。
- (2) 管体の設計では、コルゲートセクションの板厚を適切に選定する。
- (3) コルゲートメタルカルバートは、安定した土質の地盤または適切な基床の上に設置されなければならない。
- (4) 裏込め部は、材料の選定と締固めを適切に行う。
- (5) カルバートを他の構造物に直接接続する場合、不同沈下や地震等による相対変位によって管の過大な変形や構造物の破損が生じるのを防ぐ対策を行う。
- (6) コルゲートメタルカルバートの継手や端部形状を適切なものとし、必要に応じて水密処理やカルバート内部のペーピングを行う。
- (7) コルゲートメタルカルバートでは、腐食対策として、通常の溶融亜鉛めっきの他、設置条件に応じて塗装を行う。

- (1) 管の種類と規格(従来指針 P132 3-4-2(1)~(3))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (2) 管体の設計(従来指針 P135 3-4-2(5))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (3) 基礎の設計(従来指針 P141 3-4-2(6))
従来指針の『3-4-2(4)設置計画』と『3-4-2(6)基礎の設計』に記載された内容を『(3)基礎の設計』として再編。
- (4) 埋戻し部(基礎部)の設計(従来指針 P141 3-4-2(7))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (5) 構造物周辺の配管
コルゲートメタルカルバートを柵などの**構造物に接続する場合の留意事項が追記。**
- (6) 構造細目(従来指針 P145 3-4-2(9))
従来(H10 年度)の指針に記載されていた端部形状、水密処理、ペーピングに加えて**継手の構造細目が追記。**
- (7) 腐食対策(従来指針 P144 3-4-2(8))
従来(H10 年度)の指針と同様。

※改訂のポイント：コルゲートメタルカルバートの設計方法を体系化して条文に規定。

6-3-3 硬質塩化ビニルパイプカルバートの設計

- (1) 硬質塩化ビニルパイプカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) 管体の設計では、管に生じる最大曲げ応力度及びたわみ率がいずれも許容値を満足することを確認する。
- (3) 基礎の設計では、施工条件に応じて、材料の選定や締固めを適切に行う。
- (4) 埋戻し部は、材料の選定や締固めを適切に行う。
- (5) カルバートを他の構造物に直接接続する場合、不同沈下や地震等による相対変位によって接続部に過大な応力が発生するのを防ぐ対策を行う。
- (6) 継手による管の接続は適切に行う。

- (1) 管の種類と規格(従来指針 P146 3-4-3(1))

適用管種の新旧対比表

種 類		H21 年度版 呼び径範囲	H10 年度版 呼び径範囲	規格
円形管	硬質塩化ビニル管	VP	13~300	JIS K 6741
		VU	40~800	JIS K 6741
	高剛性硬質塩化ビニル管		75~800	JSW AS K-1
卵形管	硬質塩化ビニル卵形管		200~500	JSW AS K-5
	高剛性硬質塩化ビニル卵形管		100~350	JSW AS K-3
円形管	硬質ポリ塩化ビニル管	VP	13~300	JIS K 6741
		VM	300~500	JIS K 6741
		VU	40~700	JIS K 6741
			75~600	JSW AS K-1
リブ付円形管	リブ付硬質塩化ビニル管	150~450		JSW AS K-13

※1) JIS K 6741 の H19. 3. 20 の改正で、硬質塩化ビニル管から硬質ポリ塩化ビニル管に名称が変更される。

※2) H21 年度版では卵形管が削除、リブ付円形管が追加される。

適用規格は、JIS の改正等を踏まえて、円形管とリブ付円形管の2種類に改訂される。

- (2) 管体の設計(従来指針 P148 3-4-3(2))
管に生じる最大曲げ応力度及びたわみ率の算出式は、従来(H10 年度)の指針と同様。
- (3) 基礎の設計(従来指針 P154 3-4-3(3))
リブ付円形管の基礎となる砕石基礎に関する記述が追記されるが、基本的な内容は従来(H10 年度)の指針と同様。
- (4) 埋戻し部の設計
管頂から 30cm を被覆部、その上部を埋戻し部と区分し、埋戻し材料等について記述。
- (5) 構造物周辺の配管(従来指針 P157 3-4-3(4))
硬質塩化ビニルパイプカルバートをマンホール等の構造物に接続する場合の配管要領について、従来(H10 年度)の指針と同様に記述。
- (6) 構造細目
継手による管の接続方式について記述。

**※改訂のポイント：硬質塩化ビニルカルバートの設計方法を体系化して条文に規定。
JIS の改正等を踏まえて適用管種を改訂。**

6-3-4 強化プラスチック複合パイプカルバートの設計

- (1) 強化プラスチック複合パイプカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) 管体の設計では、管に生じる最大曲げ応力度及びたわみ率がいずれも許容値を満足することを確認する。
- (3) 基礎の設計では、施工条件に応じて、材料の選定や締固めを適切に行う。
- (4) 埋戻し部は、材料の選定や締固めを適切に行う。
- (5) カルバートを他の構造物に直接接続する場合、不同沈下や地震等による相対変位によって接続部に過大な応力が発生するのを防ぐ対策を行う。
- (7) 継手による管の接続は適切に行う。

- (1) 管の種類と規格(従来指針 P158 3-4-4(1))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (2) 管体の設計(従来指針 P159 3-4-4(2))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (3) 基礎の設計(従来指針 P163 3-4-4(3))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (4) 埋戻し部の設計
埋戻し材は、道路盛土や原地盤と同等以上の地耐力が得られるとともに、締固めが可能なものとする。また、耐久性があり、ごみや不純物等を含まず、凍結しないものとする。
- (5) 構造物周辺の配管(従来指針 P166 3-4-4(4))
従来(H10 年度)の指針と同様。
- (6) 構造細目
継手は、ゴム輪によるスリップオン継手であり、屈曲が生じても水密性は維持されるため、照査は必要ない。

※改訂のポイント:強化プラスチック複合パイプカルバートの設計方法を体系化して条文に規定。

6-3-5 高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの設計

- (1) 高耐圧ポリエチレンパイプカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- (2) 管体の設計では、管に生じる最大曲げ応力度及びたわみ率がいずれも許容値を満足することを確認する。
- (3) 基礎の設計では、施工条件に応じて、材料の選定や締固めを適切に行う。
- (4) 埋戻し部は、材料の選定や締固めを適切に行う。
- (5) カルバートを他の構造物に直接接続する場合、不同沈下や地震等による相対変位によって接続部に過大な応力が発生するのを防ぐ対策を行う。
- (6) 継手による管の接続は適切に行う。

JIS K 6780 に規定されている耐圧ポリエチレンリブ管を適用する形式で、耐摩耗性が求められる用途に適する、今回の改訂『H21 年度版』で新たに追加されたカルバートである。指針では、下記の構成で設計方法について記述される。

解表 6-44 高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの種類

- (1) 管の種類と規格
- (2) 管体の設計
- (3) 基礎の設計
- (4) 埋戻し部の設計
- (5) 構造物周辺の配管
- (6) 構造細目

形状	管種	呼び径	製造方法
R 形	SR = 30	300 ~ 2,400	スパイラル ワインディング 成形
	SR = 60	300 ~ 2,000	
	SR = 90		
	SR = 120	200 ~ 1,000	
F 形	SR = 30	300 ~ 2,000	
	SR = 60		
	SR = 90		
	SR = 120		200 ~ 1,000

第7章 施 工 (P263～285) <従来指針 P169～191>

7-1 基本方針

カルバートの施工に当たっては、適切な監督と検査、施工管理を行い、設計で前提とした施工の条件を満足しなければならない。設計時に想定し得ない施工中のカルバートの挙動には臨機応変に対応する必要がある。また、カルバートの施工にあたっては、他の工事の進捗との調整を図りながら、十分な品質の確保に努め、安全を確保するとともに、環境への影響にも配慮しなければならない。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 4-1 施工一般(P169～170)』とほぼ同様。

7-2 剛性ボックスカルバートの施工

剛性ボックスカルバートの性能を確保できるように、カルバートの種類に応じて適切な方法で施工を行うものとする。

(1)場所打ちボックスカルバートの施工

解説の記載内容は、

- 1) 基礎工
- 2) 本体工
- 3) 裏込め工
- 4) 防止工

で、1)基礎工～3)裏込め工は、『従来(H10 年度)の指針 4-2-1 場所打ちボックスカルバート(P170～174)』とほぼ同様。

4)防止工は、『設計図、標準図等に基づき、現場の各種状況を考慮した施工計画を立て、止水の目的を満足する方法で施工しなければならない。』と記載されている。

(2)プレキャストボックスカルバートの施工

解説の記載内容は、

- 1) 基礎工
- 2) 本体工
- 3) 裏込め工

で、『従来(H10 年度)の指針 4-2-2 プレキャストボックスカルバート(P175～176)』とほぼ同様。

(3)門形カルバートの施工

『従来(H10 年度)の指針 4-2-3 門形カルバート(P177)』とほぼ同様。

(4)場所打ちアーチカルバートの施工

『従来(H10 年度)の指針 4-2-4(1) 場所打ちアーチカルバート(P177～178)』とほぼ同様。

(5)プレキャストカルバートの施工

『従来(H10 年度)の指針 4-2-4(2) プレキャストアーチカルバート(P179)』とほぼ同様

7-3 剛性パイプカルバートの施工

剛性パイプカルバートの性能を確保できるように、カルバートの種類に応じて適切な方法で施工を行うものとする。

(1)剛性パイプカルバートの施工

解説の記載内容は、

- 1) 管の仮置き
- 2) 敷設工
- 3) 基礎工
- 4) 埋戻し工

で、『従来(H10 年度)の指針 4-3-1 コンクリート製パイプカルバート(P179～182)』とほぼ同様。

従来(H10 年度)の指針に記載されていた『セラミックパイプカルバート』は、『21 年度改訂版』では削除されている。

7-4 たわみ性パイプカルバートの施工

たわみ性パイプカルバートの性能を確保できるように、カルバートの種類に応じて適切な方法で施工を行うものとする。

(1) コルゲートメタルカルバートの施工

『従来(H10 年度)の指針 4-4-1 コルゲートメタルカルバート(P184～187)』とほぼ同様

(2) 硬質塩化ビニルパイプカルバートの施工

『従来(H10 年度)の指針 4-4-2 硬質塩化ビニルパイプカルバート(P187～189)』とほぼ同様

(3) 強化プラスチック複合パイプカルバートの施工

『従来(H10 年度)の指針 4-4-3 強化プラスチック複合パイプカルバート(P190～191)』とほぼ同様

(4) 高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの施工

『平成 21 年度改訂版』で以下の事項を追加。

1) 管の仮置き

- ① 管台は、厚さ 30mm 以上、幅 150mm 以上とし 1m 間隔以内に敷き、受口と差口を交互に千鳥積みにして、端止めまたはロープがけを施す。管はなるべく水平な場所におき保管高さは、1.6m 以下とする。
- ② 直射日光、熱気等により高温となる場所での保管は避ける。長期保管する場合には、遮光シート等をかぶせた上、通気を良くし熱気がこもらないようにする。

2) 敷設工

高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの接続は、接合面をよく清掃し滑材を均一に塗布した後、挿入機を用いて確実に行う。なお、接合箇所 of 基床部は、あらかじめ継手掘りを行っておくものとする。

3) 裏込め工・埋戻し工

高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの裏込め工、埋戻し工は、『7-4(2) 硬質塩化ビニルパイプカルバートの施工』に準じる。その他注意事項は『6-3-5(3) 基礎の設計』及び『6-3-5(4) 埋戻し部の設計』によるものとする。

第 8 章 維持管理 (P286~304) <従来指針 P193~208>

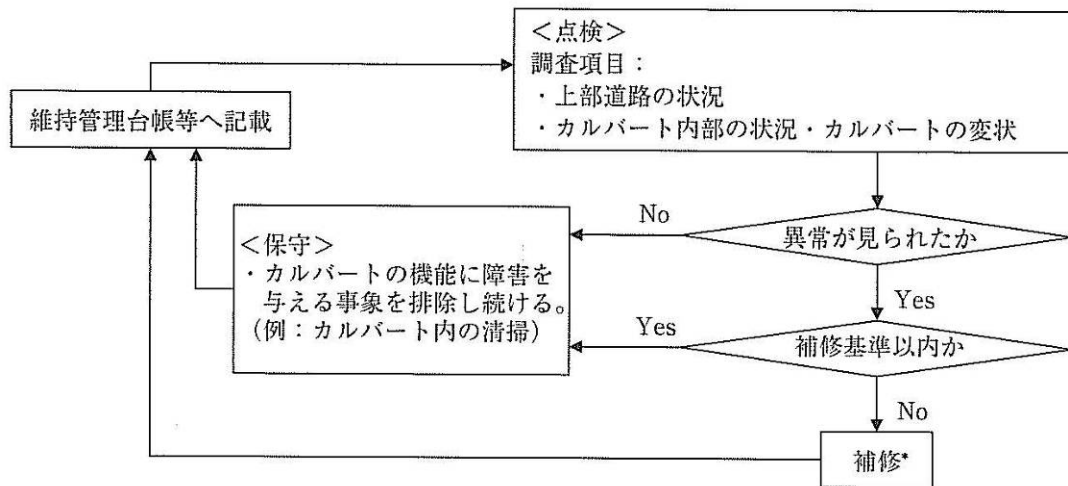
8-1 基本方針

カルバートの維持管理は、供用期間中におけるカルバートとしての機能を、常時良好な状態に保つことを目的として行う。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 5-1 維持管理一般(P193)』とほぼ同様。

維持管理:上部道路の交通の安全かつ円滑な状態、カルバートの空間及び機能を良好な状態に保つことを目的に実施。

カルバートの維持管理



8-2 記録の保存

カルバートの設計資料、工事記録や点検記録は、できるだけ詳細に記録し保存するものとする。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 5-1-2 工事及び点検記録の保存(P195)』とほぼ同様。

8-3 点検・保守

カルバートの機能を維持するために、点検によりカルバートの状況を的確に把握し、その結果を基に計画的な保守を行う必要がある。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 5-1-1 巡回・点検(P194)』とほぼ同様。

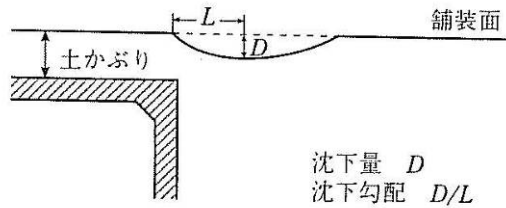
8-4 補修・補強対策

8-4-1 基本方針

カルバートの上部道路及びカルバートの内部施設の機能の低下が確認された場合、必要な機能を保持するため、補修・補強対策等を行う。

(1) カルバートの上部道路の機能低下の回復(従来の指針 5-2-1(P197)と同様)

上部道路の機能低下として一番多い事例 ⇒ 裏込め部の沈下による路面の段差発生。



解図 8-3 カルバートの裏込め部の沈下

※補修基準は、道路の規格や規模に応じて、沈下量、沈下勾配、乗心地等を考慮の上定める。

(2) カルバート内部の施設の補修(従来の指針 5-2-2(P197)と同様)

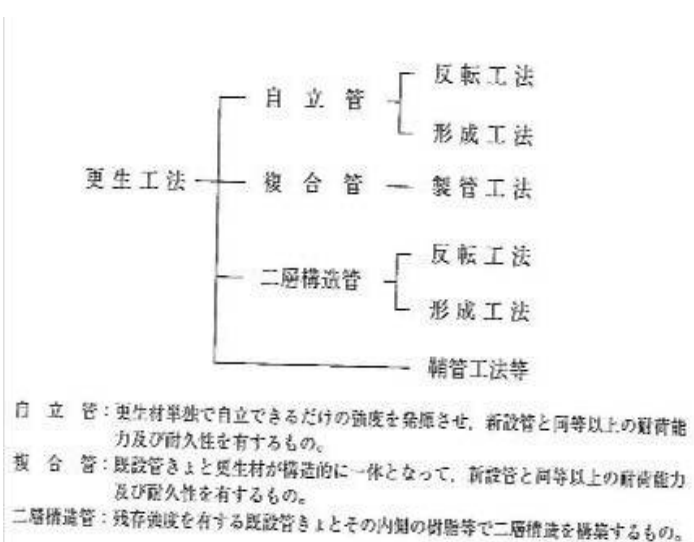
カルバート内部の道路、水路等の施設において起こり易い問題

⇒ カルバートの沈下による内部空間の不足

(3) カルバートの更生工法

カルバートの更生方法とは、既設のカルバートに破損、ひびわれ、腐食等が発生し、カルバートの機能が保持できなくなった場合、既設カルバート内部に新たにカルバートを構築して既設カルバートの更生及び流下能力の確保を行うものである。

解図 8-4 に示す更生工法の例は何れも下水道管等で実績があるものである。なお、更生工法によって機能の保持を図る場合、更生によってカルバートの断面積が小さくなるので、流量計算を行い、通水能力を確認することが必要である。



解図 8-4 カルバートの更生工法の例

8-4-2 剛性ボックスカルバートの補修

剛性ボックスカルバートの機能低下として、継ぎ手部からの漏水や継手部の開き、カルバートに発生するひびわれ等があるが、これらの不具合に対し、適切な補修を実施する必要がある。

下記の補修事項について解説されており、記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 5-2-3 剛性ボックスカルバート本体の機能低下の回復(P198~200)』とほぼ同様。

- (1) 漏水部の補修
- (2) 継手部の補修
- (3) カルバートの補修

8-4-3 剛性パイプカルバートの補修

剛性パイプカルバートの機能低下として、構造物との取付け部及び継手部からの漏水やカルバートに発生するひびわれ等があるが、これらの不具合に対し、適切な補修を実施する必要がある。

下記の補修事項について解説されており、記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 5-3-1 コンクリート製パイプカルバート(P200~201)』とほぼ同様。

- (1) 継手部の補修
- (2) カルバートの補修

8-4-4 たわみ性パイプカルバートの補修

たわみ性パイプカルバートの機能低下として、構造物との取付け部及び継手部からの漏水やカルバートに発生する変形や腐食等があるが、これらの不具合に対し、適切な補修を実施する必要がある。

- (1) コルゲートメタルカルバートの補修(従来の指針 5-4-1(P204~205)とほぼ同様)
- (2) 硬質塩化ビニルパイプカルバートの補修(従来の指針 5-4-2(P206~207)とほぼ同様)
- (3) 強化プラスチック複合パイプカルバートの補修(従来の指針 5-4-3(P208)と同様)
- (4) 高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの補修(下記の内容が追加)

解表 8-5 に高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの破損状況に応じた補修方法の例を示す。

その他の留意点は「(2)硬質塩化ビニルパイプカルバートの補修」に準じる。

解表 8-5 高耐圧ポリエチレンパイプカルバートの補修方法の例

損傷状況	補修方法及び概要図	補修方法のポイント
表面の損傷		<ol style="list-style-type: none"> ① 割りカラーは、補修管と同質の管または板から製作する。 ② 割りカラーの大きさは損傷部に約 30cm の接合部分を加えたものとする。 ③ 割りカラーの接合には樹脂系接合剤を用いる。 ④ 焼なまし鉄線で十分圧着する。
部分的に新管と取り替える必要のある損傷		<ol style="list-style-type: none"> ① 損傷箇所を管軸に垂直に切断機で切断し除去する。 ② 切断面の汚れを除去する。 ③ 新管を必要寸法準備し、専用継手にて接合する。

第 9 章 道路占用等 (P305～318) <従来指針 P209～220>

9-1 基本方針

道路の占用は、一般交通に供するという道路本来の機能を阻害しない範囲でやむを得ない場合において行うことができる。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 6-1 概説 (P209)』とほぼ同様。

9-2 設置位置

占用物件の設置に当たっては、以下の事項を遵守する必要がある。

- (1) 占用の場所は、路面をしばしば掘削することのないよう計画され、かつ、他の占用物件と錯綜するおそれのないものであること。
- (2) 占用物件は、保安上または工事実施上支障のない範囲で、他の占用物件に近接して設置すること。
- (3) 占用物件は、道路の構造または地上にある占用物件に支障のない範囲で、土かぶりを小さくすること。

上記の規定は、『道路法施行令第 10 条』に準拠したもので、解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 6-2 設置位置 (P209～213)』とほぼ同様。

9-3 施工

道路占用者は、占用物件を適切な方法を用いて埋設する必要がある。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 6-3 施工 (P213～219)』とほぼ同様。

9-4 維持管理

道路占用者は、占用物件について適切な維持管理を行う。道路管理者は道路占用者に対し、占用物件の維持管理の充実に努めさせ、道路の保全を確保するよう適切な指導等を行う。

解説の記載内容は、『従来(H10 年度)の指針 6-4 維持管理 (P219～220)』とほぼ同様。

参考文献及び出典

- | | | |
|-----------------------------|-------------|--------|
| 1) 道路土工 カルバート工指針(平成 21 年度版) | 平成 22 年 3 月 | 日本道路協会 |
| 2) 道路土工 カルバート工指針 | 平成 11 年 3 月 | 日本道路協会 |
| 3) 道路橋示方書・同解説 I～V 編 | 平成 14 年 3 月 | 日本道路協会 |