

10.2 暗渠（カルバート）

10.2.1 一般事項

暗渠（カルバート）は、農道下に道路や水路等の空間を得るために盛土あるいは原地盤内に設けられる構造物であり、一般に水路は小断面を、道路は大断面を有している。

また、暗渠（カルバート）は、その構造形式や材料の違いから多くの種類に分類される。本技術書では、これらの中で構造形式、規模とも一般的なものについて述べており、特殊な構造のものや大規模なもの、地形、地質、施工条件等が特別なものについては、本技術書に述べられている基本的な考え方を踏まえ、更に詳細な検討を加え合理的な設計を行うことが必要となってくる。

なお、具体的な設計は、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」を参考に行うこととする。

10.2.2 暗渠（カルバート）の種類と適用

(1) 従来型カルバート

従来型カルバートの種類は図-10.2.1に示すように、①カルバート本体に使用される材料からみた場合、②構造形式からみた場合、③使用目的からみた場合、に分類される。

構造特性からは、外力に変形することなく抵抗する剛性カルバートと、変形しながら抵抗するたわみ性カルバートがある。

これらはさらに、形状の違いから、ボックスカルバートや門形、アーチカルバートと、パイプカルバートに分けられる。ボックスカルバートや門形、アーチカルバートは剛性カルバートであり、パイプカルバートには両者がある。

これらの中からカルバートを選定するに当たっては、内空断面や土かぶりのほか、設置場所の地形・地質、周辺構造物等の条件に関する検討や工事費の比較等を行い、その使用目的にあった構造形式を選定することが重要である。

各種構造形式の特徴と一般的な使用法は、以下のとおりである。

ア 剛性ボックスカルバート

ボックスカルバート、アーチカルバートは、施工法の違いから場所打ちボックスカルバートとプレキャストボックスカルバートに分けられる。門形カルバートは場所打ちで施工される。

(ア) 場所打ちボックスカルバート

現場において、鉄筋の加工・組立、コンクリートの打設・養生を行うもので、数か月の施工期間が必要である。任意の断面形状が施工でき、土かぶり荷重等設計荷重や縦断勾配等の現地条件に応じた設計・施工が可能である。ただし、内側型枠の脱型作業を考えると、比較的断面の大きい方が有利であり、内空断面の大きさとしては1m程度以上が望ましい。また、内空幅が大きくなる場合には、中間に隔壁を設置し二連構造とすることも可能である。

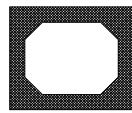
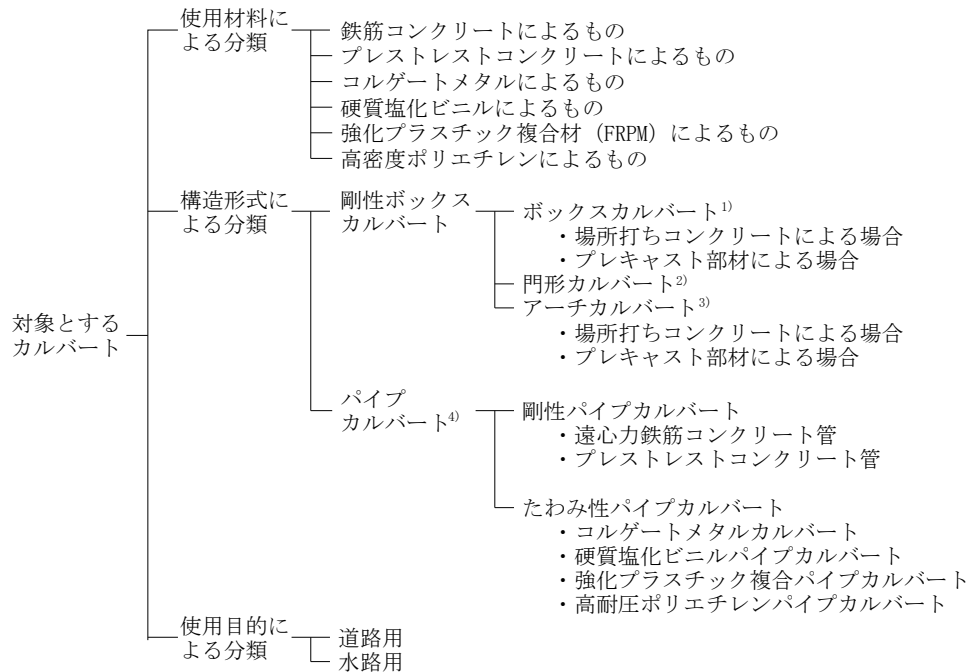
(イ) プレキャストボックスカルバート

プレキャストボックスカルバートは、工場で製作された製品を現場に搬入し、設置するもので、現場施工期間を短縮することができるとともに、工場製品であるため品質が安定している。しかし、断面が大きくなると、運搬における制約から部材を2分割、4分割等、多分割化する必要がある。その場合は現場での接合方法及び接合位置について検討し、組立処理等についても十分注意しなければならない。

構造的には、鉄筋コンクリート（RC）構造とポストテンション方式によるプレストレストコンク

リート（PC）構造があり、規格化された製品の適用できる最大土かぶり、RC 構造が 3m、PC 構造は 6m で最大内空幅については、RC 構造が 3.5m、PC 構造が 5m となっている。

なお、構造の選定に際しては、構造の特質、経済性の検討を行う必要がある。



1) ボックスカルバート



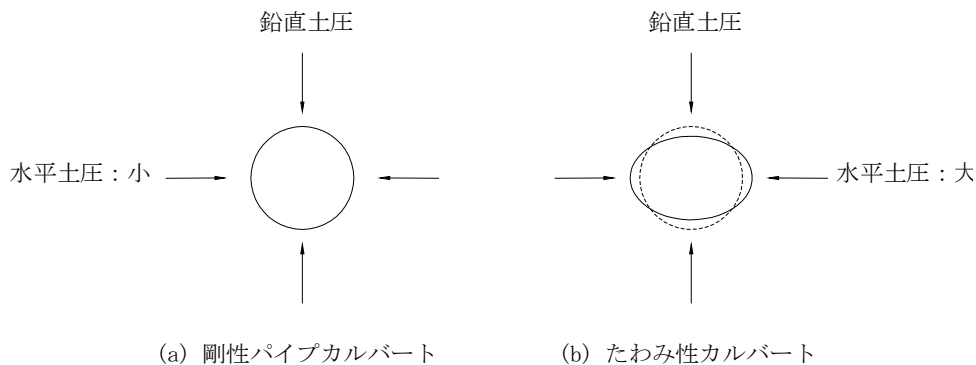
2) 門型カルバート



3) アーチカルバート



4) パイプカルバート

図-10.2.1 従来型カルバートの種類¹⁰⁾図-10.2.2 剛性パイプカルバートとたわみ性パイプカルバートの違い¹⁰⁾

(ウ) 門形カルバート

門形カルバートは、底版がなく、側壁の下端にフーチングを設置した構造であり、現地の状況から底版の設置が困難な場合や、内空幅が大きい場合に有利となる。

ただし、他のカルバートと異なり地盤反力が大きくなることや、閉合断面でないことから全体剛

性が低く変形しやすいので、基礎地盤の良好な場所に設置するのが一般的である。また、このような構造理由から、地震の影響を考慮する必要がある。

(エ) アーチカルバート

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アーチカルバートが一般的に経済性において有利となる。しかし、アーチカルバートは鉛直土圧と水平土圧のバランスに大きく左右される構造であることから、地盤の傾斜等による不同沈下や、地形、盛土材料、施工の相違等による偏土圧を生じさせないことが条件となるので、選定に当たっては十分な検討を行わなければならない。

施工性においては場所打ちの場合、アーチ部分の型枠及びコンクリートの施工が難しくなるものの、施工例は数多く見られる。従来は図-10.2.3に示す構造が多く採用されてきているが、底版を薄くするために図-10.2.4の構造も近年採用され始めている。

また、アーチカルバートにもボックスカルバートと同じくプレキャストがあり、断面が大きくなると工場で上下に分割し現場で組立てる構造や、ヒンジ式アーチ工法等がある。

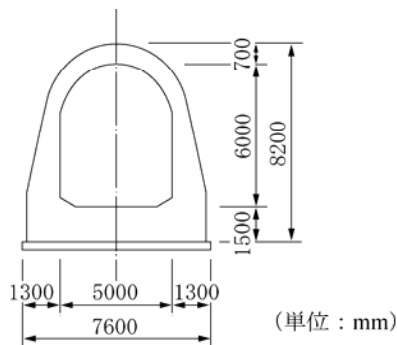


図-10.2.3 アーチカルバートの施工例(1)

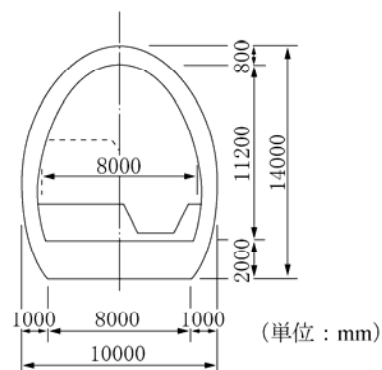


図-10.2.4 アーチカルバートの施工例(2)

イ 剛性パイプカルバート

(ア) コンクリート製パイプカルバート

コンクリート製パイプカルバートは、強度の異なる管種があるため、土かぶりや荷重の作用状況により、適切なものを選定する必要がある。一般にコンクリート製パイプカルバートに用いる管種は、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り、このうちプレストレストコンクリート管は土かぶりの大きい場合に用いられる。

(イ) セラミックパイプカルバート

セラミックパイプカルバートには、円形管と卵形管の2種類があり、耐酸性・耐アルカリ性に優れている。また、強度的には、鉄筋コンクリート管の一種管と同等の外圧強さを有している。一方、衝撃に弱く一定限度を超える荷重が作用するとひび割れの発生と同時に破壊する特性があるため、埋設時及び再掘削時の取扱いには十分な注意が必要である。

ウ たわみ性パイプカルバート

たわみ性カルバートには、コルゲートメタルカルバートと硬質塩化ビニルパイプカルバートのほか、強化プラスチック複合パイプカルバートがある。これらたわみ性カルバートは、薄肉でたわみ性を有しており、鉛直土圧によってたわむことによりカルバートの両側の土砂を圧縮し、そのとき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わたり均等化して抵抗している。

(図-10.2.2(b))

(ア) コルゲートメタルカルバート

コルゲートメタルカルバートは、構成するコルゲートセクションが軽量であるため、運搬施工に際し大がかりな施設や機械を必要としない。適用箇所としては山間部の高盛土や軟弱地盤上に用いられることが多い。なお、コルゲートメタルカルバートは、亜鉛メッキされているが、高酸性等の腐食環境での使用は好ましくない。

(イ) 硬質塩化ビニルパイプカルバート

硬質塩化ビニル管は、軽量であるため長尺で扱うことができ、酸やアルカリにも強い性質を持っている、ただし、寒冷地で使用する場合には、管に衝撃が加わらないよう特に注意する必要がある。

(ロ) 強化プラスチック複合パイプカルバート

強化プラスチック複合パイプカルバートは、硬質塩化ビニル管とほぼ同様の性質を持つとともに、内径が大きく、かつ高強度の特徴を有している。ただし、特に内径の大きな強化プラスチック複合管を埋設した後に管の側部付近を再掘削した場合等は、管側部に作用する水平方向の受働土圧が減少し、管に過大な変形やたわみが生じることがある。したがって、近接箇所掘削工事を行うことが予想されるような場所で強化プラスチック複合管を使用する場合には、管側部付近の掘削の影響について十分な検討を行う必要がある。

(エ) 耐圧ポリエチレンリブパイプカルバート

耐圧ポリエチレンリブパイプカルバートは、軽量で施工性がよく、耐薬品性、耐衝撃性に優れ、軟弱地盤にも適用できる。

ただし、強化プラスチック複合パイプカルバートと同様に管側部に作用する受働土圧が減少しないよう十分な検討を行うとともに、埋戻しの際、十分な締固めを行う必要がある

(2) 従来型カルバートの適用範囲

所定の構造形式や材料、規模の範囲内にある従来型カルバートの適用範囲を表-10.2.1に、適合条件を以下のア～キに示す。

表-10.2.1 従来型カルバートの適用範囲¹⁰⁾

カルバートの種類			適用土かぶり (m) ^{注1)}	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	内空幅 B : 6.5 まで 内空高 H : 3 まで
		プレキャスト部材による場合	0.5～6 ^{注2)}	内空幅 B : 5 まで 内空高 H : 2.5 まで
	門形カルバート		0.5～10	内空幅 B : 8 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 以上	内空幅 B : 8 まで
		プレキャスト部材による場合	0.5～14 ^{注2)}	内空幅 B : 8 まで 内空高 H : 3.2 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 ^{注2)}	3 まで
	プレストレストコンクリート管		0.5～31 ^{注2)}	3 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+0.3)又は0.6の 大きい方～60 ^{注2)}	4.5 まで
	硬質塩化ビニルパイプカルバート (円形管 (VU) の場合) ^{注3)}		(舗装厚+0.3)又は0.5の 大きい方～7 ^{注2)}	0.7 まで
	強化プラスチック複合 パイプカルバート		(舗装厚+0.3)又は0.5の 大きい方～10 ^{注2)}	3 まで
	高耐圧ポリエチレン パイプカルバート		(舗装厚+0.3)又は0.5の 大きい方～26 ^{注2)}	2.4 まで

注1) 断面の大きさ等により、適用土かぶりの大きさは異なる場合もある。

注2) 規格化されている製品の最大土かぶり。

注3) 硬質塩化ビニルパイプカルバートには、円形管 (VU、VP、VM)、リブ付き円形管 (PRP) があるが、主として円形管 (VU) が用いられる。

ア 裏込め・埋戻し材料は土であること

裏込めや埋戻しに土以外の材料を使用した場合、土圧等の作用、地震時の応答特性、締固め管理等設計の前提条件となる施工管理方法、損傷した場合の復旧性等が従来型カルバートと異なる場合がある。

イ カルバートの縦断方向勾配が 10%程度以内であること

カルバートが縦断方向（構造物軸方向）に急勾配で傾斜していると、従来型カルバートの設計では考慮していない縦断方向の継手部の抜け出しや、縦断方向に対し斜めに横断する断面での断面力、縦断方向の軸圧縮応力等について、検討を加える必要がある。

ウ 本体断面にヒンジがないこと

不静定次数の高い従来型カルバート、あるいはプレキャストカルバートにおいて、輸送条件、施工条件等によって分割接合部を設けても、機械継手による接合や PC 鋼材による圧着接合等、分割接合部に十分な剛性を与える構造が採用されていれば、部分的な破壊がカルバート全体の崩壊につながる可能性は低い。一方、カルバートの分割接合部にヒンジを有する構造では、カルバートの変位及び変形が大きくなり、また、部分的な破壊がカルバート全体の崩壊につながる可能性があるため、基礎地盤の不同沈下や地震動の作用に対する検討が必要である。

エ 単独で設置されること

複数のカルバートが近接して連続的に設置されると、裏込めの幅が狭く隣接するカルバートどうしの相互作用が生じ、作用土圧や変形のモードが、単独で設置される従来型カルバートと異なる可能性がある。また、一般にカルバートは周辺地盤と比較して見かけの単位体積重量が小さく、単独で設置された場合には地震時に周辺地盤の挙動に支配されるため、地震の影響は比較的小さいが、多連で

使用した場合にはカルバート及び上載土の応答が増幅する可能性があるため、地震時の作用に対して別途検討が必要である。

オ 直接基礎により支持されること

杭で支持される場合については、杭と構造体の接合部について検討を加える必要がある。

カ 中柱によって多連構造になっていないこと

ボックスカルバートに中柱がある場合については、地震時に構造上の弱点になるおそれがあるため、地震時の挙動について検討を加える必要がある。

キ 土かぶり 50cm 確保すること

土かぶりが薄いカルバートの場合には、裏込め土の沈下等による本体への影響や舗装面の不陸が生じるおそれがあるため、少なくとも 50cm 上の土かぶりを確保することが望ましい。

(3) 従来型以外のカルバート等

カルバートの技術には、施工の省力化や工期短縮、経済性の向上、性能の高度化、環境への配慮等、社会の動向や時代の要請に応じた変遷が見られる。最近の動向としては、以下に示すようなものがある。

これらのカルバートの適用に当たっては、カルバートが設置される現地条件も多様化していることを踏まえて、現地条件への適用性等について十分検討するとともに、他の工法と比較検討の上で採用する必要がある。

ア プレキャスト製品の大型化

プレキャスト製品で、内空断面が表-10.2.1 に示す従来型カルバートの適用範囲を超える規模の、大型のボックスカルバートやアーチカルバートが開発されている。また、ヒンジ式アーチ構造、剛性カルバートとたわみ性カルバートの中間的な構造形式のカルバートも開発されている。

イ プレキャスト製品の長尺化

ボックスカルバートでは、縦断方向の長さを従来製品の 2 倍程度とした 4m 長尺ボックスカルバートが開発され、施工スピードの向上と接合工数の軽減が図られている。

ウ 材料の多様化

土かぶりの増加に対応して、剛性パイプカルバートにおいて薄肉鋼管に膨張性コンクリートを遠心力製法によってライニングした高耐圧の複合管が開発されている。また、新たな材料として、剛性パイプカルバートや剛性ボックスカルバートにおいて、防菌材を混入し硫化水素環境中でも耐用年数を向上させたコンクリートや廃棄物の焼却灰等を利用したコンクリート、レジン混入し耐酸性を向上させたレジンコンクリートを用いたもの等がある。

エ 継手部の耐震性の向上

ボックスカルバート、アーチカルバート、鉄筋コンクリートパイプカルバート等では、本体や継手部に伸縮・耐久性の高いゴムを内蔵あるいは後付けし、可とう性を持たせることで耐震性能を高めた構造も開発されている。

オ 大きな土かぶりに対する対応

土かぶりが数十mに及ぶ場合等で、ソイルセメントを用いて部分的に人工地山を築き、その後内部を掘削して必要な内空断面を完成させる工法や無筋コンクリートを用いた工法が開発されている。ただし、これらの工法については、非開削で掘進する施工法であるため、本技術書では取り扱わない。

10.2.3 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(1)常時の変状・損傷、(2)異常降雨による変状・損傷、(3)地震による変状・損傷、(4)特殊な環境による変状・損傷があり、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。

過去の被災事例からカルバートの変状・損傷の主な発生形態、メカニズム、原因等を理解しておくことは、カルバート工実施の各段階において的確な判断と対応する上で極めて大切である。以下にカルバートの変状・損傷の主な発生形態を誘因別に示す。

(1) 常時の変状・損傷

ア 隣接区間との段差の発生

カルバートの設置区間と隣接する盛土区間との境界部において、段差が生じることがある（図-10.2.5 参照）。段差は、裏込め材の締固めが不足する場合に、長期にわたる活荷重の作用による裏込め材の体積圧縮、あるいは軟弱地盤の圧密沈下により隣接する盛土区間が沈下することによって誘発される。段差は、カルバートを杭基礎で支持しているような場合にも多く見られ、杭が破壊することもある。さらに、杭基礎で支持されている場合、カルバートとその下部の地盤の間に空洞ができ、その空洞を水が流れる場合もある。地震によっても段差が発生することがある。（図-10.2.9 参照）。

段差が大きくなると、走行性等、上部道路の機能が低下するため、裏込め材を十分に締め固めることが重要である。また、カルバートの頂部と隣接する盛土区間の間の不同沈下に伴う段差が生じるのを避けるため、カルバートと隣接する盛土区間が一体として挙動する直接基礎が望ましい。やむを得ず杭基礎とする場合は、盛土区間とのすり付け対策についても配慮する必要がある。

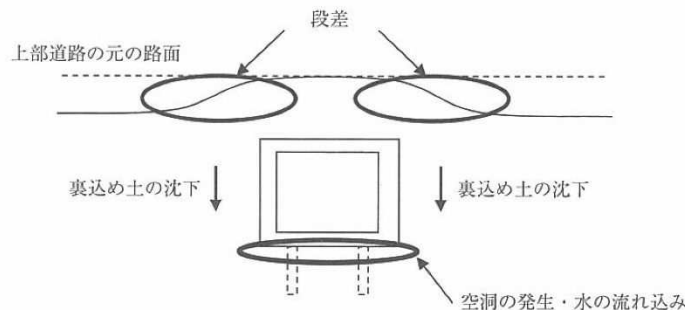


図-10.2.5 カルバート前後区間での段差¹⁰⁾

イ カルバートの沈下

軟弱地盤上のカルバートについては、常時でもカルバートと前後の盛土の間の不同沈下に伴う隣接する盛土区間との段差、隣接する盛土区間の沈下に伴うカルバートの沈下、継手部の開きやそこからカルバート内部へ地下水の浸入、カルバートの帯水が発生することがある（図-10.2.6 参照）。カルバートが帯水すると、道路用カルバートでは交通機能に支障をきたし、水路用カルバートでは通水機能が保持できなくなる可能性がある。

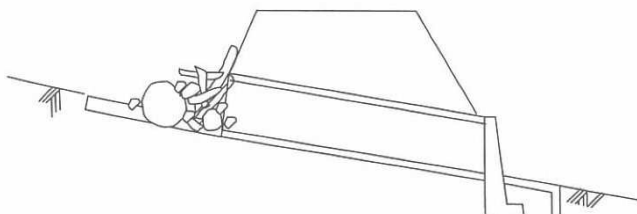
このような沈下に対処するため、一般にプレロードによりあらかじめカルバート及び隣接する盛土区間の基礎地盤を圧密沈下させる方法や上げ越し施工が行われる。

図-10.2.6 カルバートの沈下による帯水²²⁾

(2) 異常降雨による変状・損傷

沢、溪流等においては、異常な豪雨の際には水だけでなく多量の土砂及び流木が流下し、あるいは土石流が発生して、これがカルバート流入口を閉塞して、盛土や原地盤の大規模な被害や水路カルバートの通水阻害に至ることがあるので注意を要する（図-10.2.7、図-10.2.8 参照）。

その他、地下横断道路において、異常な集中豪雨時に帯水して交通に支障をきたす場合もある。これは主に排水ポンプ能力の問題であり、流量の算定については、「第8章 排水施設の設計」によるものとする。

図-10.2.7 カルバートの閉塞状況¹⁰⁾図-10.2.8 土石流入による水路カルバートの通水阻害²³⁾

(3) 地震による変状・損傷

カルバートに関連する既往地震被害の特徴を整理すると以下のとおりである。

ア 段差の発生

基礎地盤が軟弱粘性土地盤又は緩い飽和砂質地盤の場合、カルバートの変形が軽微であっても、盛土や原地盤の側方流動やすべり破壊等により生じる不同沈下により、カルバートの前後で路面の段差が生じる場合がある。また、盛土区間のすべりや崩壊は見られなくても裏込め材の体積圧縮により、カルバートの前後で路面の段差が生じる場合がある。図-10.2.9に地震により段差が生じた例を示す。

イ 継手部の開き

緩い飽和砂質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を生じる場合がある。また、軟弱地盤上のカルバートで地下水位が高い場合には、地下水以下の基礎地盤の置換え砂や埋戻し部が液状化し、カルバートに過大な沈下や、浮き上がりが生じる場合がある。この際カルバートの変形や継手部の開きに伴う土砂の流入により盛土本体や原地盤に変形が及ぶことがある。図-10.2.10に地震によってカルバートの継手が開いた例を示す。



図-10.2.9 地震によりカルバート区間で発生した段差²⁴⁾

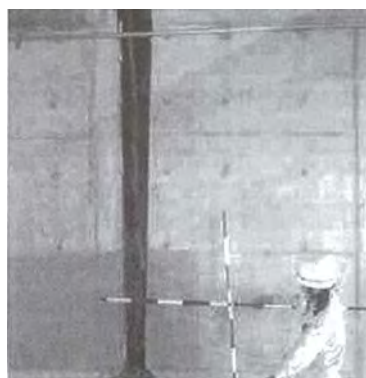


図-10.2.10 継手部の開き¹⁰⁾

(4) 特殊な環境による変状・損傷

ア 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。(図-10.2.11 参照)。

また、寒冷地において土かぶりが薄い場合、路面とカルバート内部の両方からの冷却により、路盤や路床の凍上が起き、カルバート直上の路面が押し上げられて舗装面のクラックが発生しやすくなる（図-10.2.12 参照）。特に最近では土かぶりの薄いボックスカルバートが増えているので注意が必要である。

凍上対策については、「8.6 凍上防止対策」によるものとする。



図-10.2.11 凍上によりボックスカルバート側壁に発生したクラック¹⁰⁾



図-10.2.12 凍上によるボックスカルバート上の舗装の押し上げと亀裂¹⁰⁾

イ 化学的環境による腐食

カルバートが強酸性土壌、強アルカリ性土壌や汚水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（図-10.2.13 参照）。このような環境の影響を受ける可能性がある場所にカルバートを設置する場合は、対策として、本体の表面にめっきや塗装を施す。

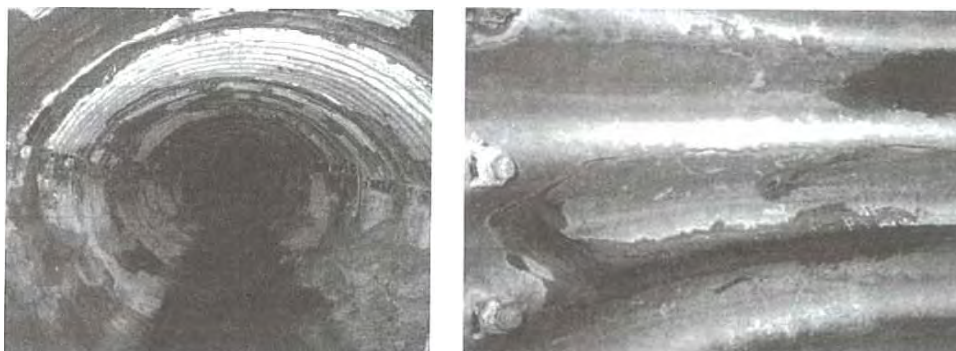


図-10.2.13 コルゲートメタルカルバートの腐食¹⁰⁾

10.2.4 基礎形式

(1) 基礎における留意事項

カルバートの基礎は、不同沈下のおそれの少ない場合は構造上問題とならず、通常の地盤では沈下量も小さいことから、農道におけるカルバートの基礎形式は直接基礎としている場合がほとんどである。ただし、軟弱地盤等の特殊な条件下においては、次に示す事項に留意する必要がある。

- ① 部分的に軟弱層がある場合、不同沈下が生じるおそれがあるので、軟弱層が地表近くでかつ厚さが薄い場合には、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。その形状は図-10.2.14 及び図-10.2.15 の示すとおりとし、軟弱地盤下の地盤の支持力を照査して選定する。

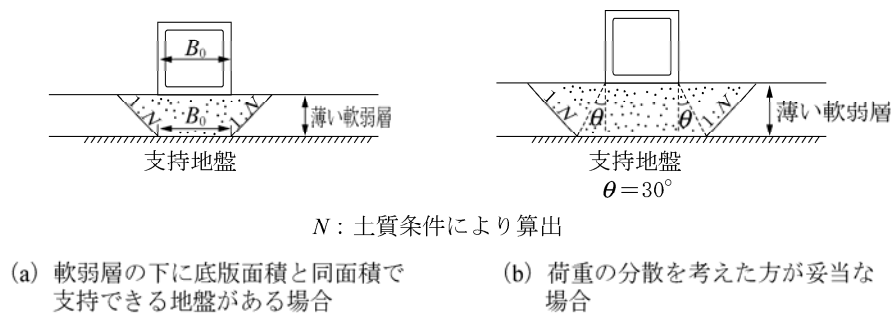


図-10.2.14 置換え基礎の形状

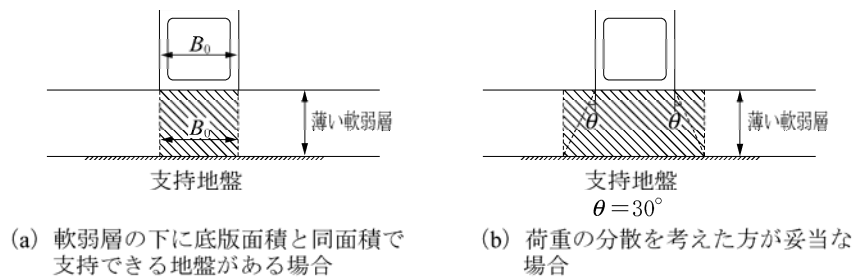


図-10.2.15 地盤改良の形状

- ② 軟弱層が厚い軟弱地盤にカルバートを設置する場合は、盛土各部の沈下量を計算によって推定し、それにより上げ越し量を決めて施工時以降の沈下に対応するものとする。ただし、沈下量が大きい場合には、プレローディング工法により、残留沈下量がカルバートの機能上支障とならない沈下量となつてからカルバートの施工を行うことがある。
- ③ 全体的に岩盤等の良質な地盤であっても、支持地盤が傾斜している場合等、カルバートの横断及び縦断方向で極端に支持力の異なる地盤がある場合は、不同沈下を生じカルバートに大きな力が作用することがあるので、図-10.2.16 及び図-10.2.17 に示すように、置換えコンクリートを行うか、硬い地盤を一部かき起こす等して緩和区間を設け、地盤全体がほぼ均一な支持力を持つようにするのがよい。
- ④ カルバートの機能上から沈下が許されない場合や、軟弱地盤で沈下量が大きくプレロードが効果的でない場合で、やむを得ず杭基礎等とした構造においては、周辺盛土及び地盤の沈下に伴い、上載荷重の増加や道路面の不陸発生が生じるため、十分な検討を行い対策を講じておく必要がある。

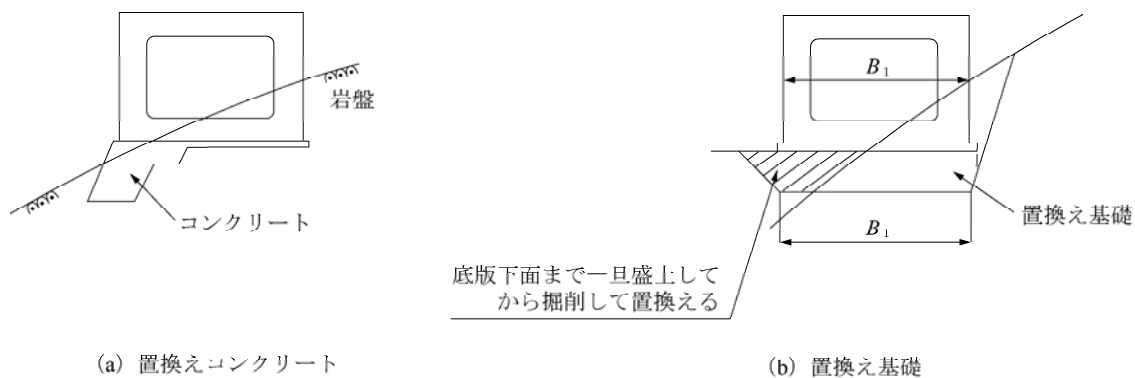


図-10.2.16 横断方向に地盤が変化している場合の対策

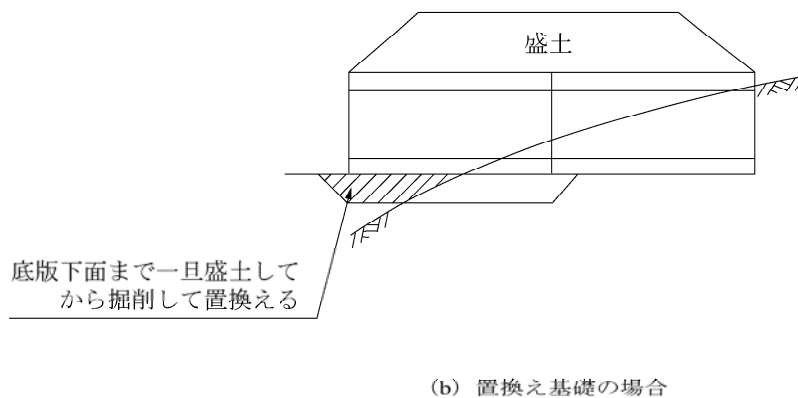
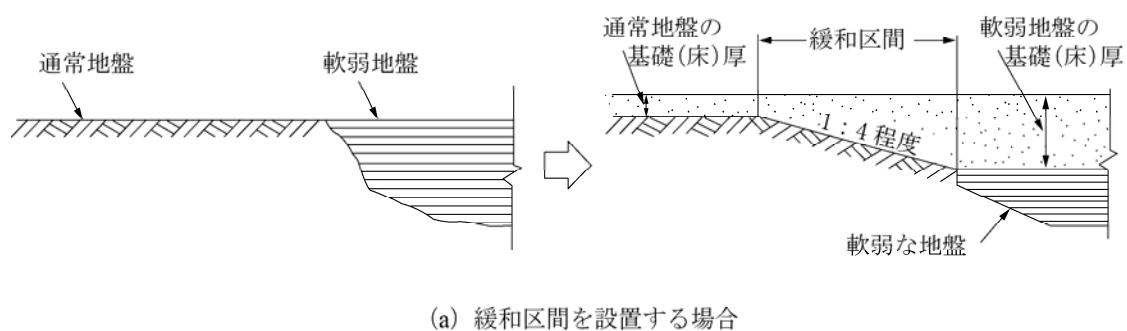


図-10.2.17 縦断方向に地盤が変化している場合の対策

(2) 直接基礎

基礎底面の処理は図-10.2.18 を標準とする。ただし、地質が砂、砂礫、岩盤及び置き換え基礎の場合は基礎材を除くものとする。なお、具体的な設計は土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」を参考に行うこととする。

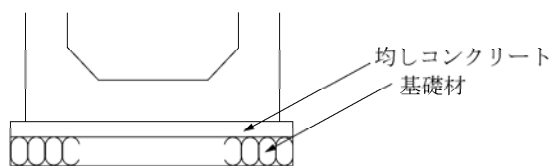


図-10.2.18 基礎底面の処理例

(3) 杭基礎

杭基礎の具体的な設計は、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」を参考に行うこととする。カルバートの杭基礎としての留意点を、以下に示す。

- ① カルバート横方向（支間方向）の断面力は、杭を含めた全体構造で計算しなければならない。
- ② 杭種はRC 杭、PHC 杭が一般に用いられる。
- ③ 設計は常時のみとする。
- ④ 杭頭部はカルバートに 50mm 以上埋込むものとする。また、杭に作用するせん断力に対応できる埋込み深さを確保するものとする（図-10. 2. 19）。
- ⑤ 杭頭の結合部の応力照査は、底板コンクリートの鉛直方向支圧力度、押抜きせん断応力度及びせん断力が生じる場合は水平方向押抜きせん断応力度について行うものとする。
- ⑥ 杭の配置は、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、図-10. 2. 19 のように2列配置の場合は側壁軸線近くに配置するのが望ましい。

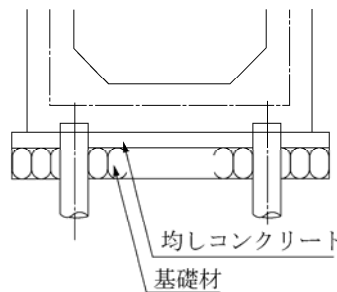


図-10. 2. 19 杭基礎（2列配置）の例

鉄筋コンクリート二次製品暗渠の場合は、図-10. 2. 20 に示すように基礎コンクリートに 10cm 埋込むピン結合を標準とし、暗渠の規模により表-10. 2. 2 に示すような基礎コンクリートの厚さを選定する。

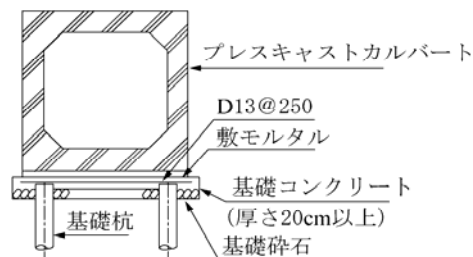


図-10. 2. 20 鉄筋コンクリート二次製品暗渠の杭基礎

表-10. 2. 2 基礎コンクリート標準厚さ（単位：mm）

規格（暗渠内幅）	基礎コンクリート厚さ	基礎砕石の厚さ
600～1,000	200	150
1,100～2,000	250	200
2,200～3,500	300	250

10.2.5 動物の移動のための道路横断工

農道によって動物の生息域が分断される場合には、農道の上部・下部に連絡ルートを設置することにより、回避できなかった影響を同じ場所で均衡させることを検討する。動物の移動経路の確保には、表-10.2.3、表-10.2.4の工法がある。工法及び設置箇所は、けもの道を調査した上で、分断範囲や分断前後の移動可能範囲を考慮し、有識者の意見を踏まえて選定することが必要である。

- ① 構造物:ボックスカルバート、パイプカルバート、オーバブリッジ
- ② 誘導施設:小動物のための横断誘導路

表-10.2.3 動物の移動経路工法の留意点

現状地形	工 法	留 意 点
盛土部	ボックスカルバート パイプカルバート	・それまで使われていたけもの道に沿って設置する。 ・路面や出入り口付近は舗装せず自然の仕上げとすることが望ましい。 ・側溝には生き物が落下しないような（フタ等）対策を行う。 ・出入り口の上部は覆土して植栽を行う。また、誘導及び姿を隠すための植栽を行う。 ・出入り口周辺部は、進入防止柵を設置して道路内への侵入を防ぐ。 ・水を好まない動物の利用が考えられる場合、底部に土壌や落ち葉を入れたり、内部に歩行用の柵を設けたりする。
切土部	オーバブリッジ	・路面は土壌等を用いた自然の仕上げとすることが望ましい。 ・幅員はできるだけ大きく、壁高欄を設置し通行車両が見えないように配慮する。 ・出入り口部分には誘導及び姿を隠すための植栽を行う。 ・出入り口周辺部は、進入防止柵を設置して道路内への侵入を防ぐ。

表-10.2.4 道路構造物と動物の移動例

	ボックスカルバート	ボックスカルバート内の側溝	パイプカルバート	オーバブリッジ	橋梁下	備 考
タヌキ	◎	◎	◎	○	◎	
ノウサギ	○			△	◎	ボックスカルバートの利用においては比較的広く天井が高い構造を 선호するようである。
イタチ	○	○	○		○	
キツネ	◎			◎	◎	
テン	○	○	○		○	
イノシシ	△				○	立地条件の良いボックスカルバートを時折利用するという情報がある。
シカ	△				○	
サル	△				◎	
オコジョ	○				○	
リス	○					通過事例はいずれも短く明るいボックスである。

凡例：◎=良く移動している ○=移動している △=余り移動していない

注）これらの判断は、これまでの調査結果に基づいており、可能性については特に考慮していない。

出典：エコロード

道路横断工は、整備される農道が動物の移動を分断しないよう横断経路を確保する対策である。

手法としては、大型・中型ほ乳類を中心とした動物の移動経路を確保するためのボックスカルバート等により道路下を通過させる場合と、道路上に橋を架ける方法がある。

大型ほ乳類（ツキノワグマ、カモシカ、シカ、イノシシ等）、中型ほ乳類（タヌキ、キツネ、ノウサギ、リス、テン、アナグマ、イタチ）、小型ほ乳類（ネズミ等）への影響の軽減を考える場合、横断工の規模は大きいほど、各種の動物の利用に役立つ。シカ、イノシシ等を想定すると、最小でも縦、横4m程度あった方がよく、また、これらの偶蹄類はグレーチングを嫌うことから、出入口にはそのような構造を設けないようにする必要がある。ボックス内に側溝があるとタヌキ、イタチがよく利用するので、設置することが望ましい。

出入口には誘導植栽をほどこし、法面部分も対象にして密度の濃いものにする。この場合、植栽樹種については在来種を原則として、極力、周辺植生と同一のものにする。

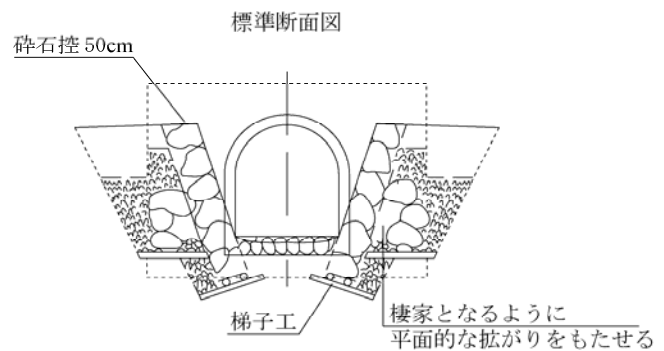


図-10.2.21 動物の移動経路を確保した横断工の例

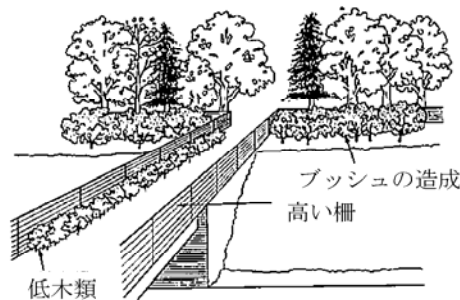


図-10.2.22 架道橋によるけもの道の例

10.3 緑地帯

10.3.1 緑地帯

(1) 緑地帯の機能

緑地帯は、農道利用者に不快感や不調和な感じを与えるものを遮蔽し、沿道との景観の調和を図る修景機能、視線誘導、遮光、トンネル出入口部の明暗差の緩和等を図る交通安全機能、道路交通によって生ずる騒音及び排気ガスが沿道に与える影響の軽減、緑陰の提供、防風、防雪等を図る環境保全機能がある。また、この線的な緑地は、開発により分断されたビオトープに生息する野生生物が、採餌・栄巢・休眠・避難のために他の場所（ビオトープ）に移動する際に通る生態学的回廊（コリドー）としての役割を果たすことが期待できる。

(2) 緑地帯の設置

農村地域においては、都市地域に比べて一般に緑が多く、交通量もそれほど多くないことから、沿道との景観の調和、騒音、排気ガスの影響の軽減等、主に都市地域の道路に要求される機能を主目的として緑地帯を設けることは少なく、むしろその立地条件から、線形等の幾何構造が余裕ある計画にできない場合や、強風、積雪等の厳しい気象条件に対応する場合に、緑地帯の用地、維持管理等を考慮の上、視線誘導、防風、除雪等交通安全上や農道機能維持のために緑地帯の設置を検討する。

(3) 緑地帯の幅員

緑地帯の幅員は、当該農道の構造及び交通の状況、沿道の土地利用状況、樹木の種類及び配置等を考慮して適切な値とする。

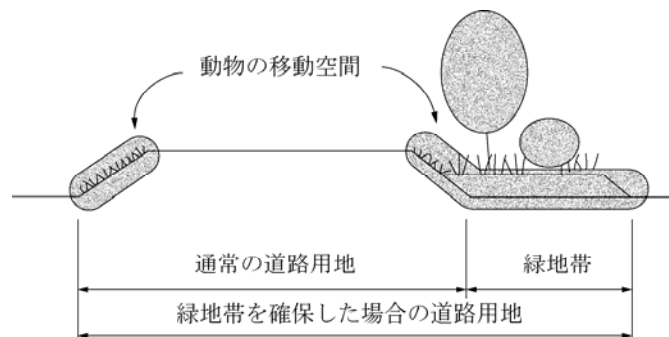


図-10.3.1 緑地帯の幅員

(4) 緑地帯の植栽

ア 樹木の配置

緑地帯の配植に当たっては、車道及び歩道の建築限界に留意し、下枝の高さ、枝張り等が、建築限界線を侵して交通の障害とならないようにするとともに、交差点部における視距の確保にも十分な注意が必要である。また、交差点及び横断歩道付近では、安全な通行を確保するために必要な視界が妨げられないよう配植に注意しなければならない。

なお、照明灯、道路標識その他これらに類する道路附属物等は、格別の支障がない限り緑地帯内に設置することができる。また、緑地帯を設置した区間には、通常車道側のガードレール等の防護柵は設けない場合が多い。

イ 樹種の設定

緑地帯に用いる樹種については、それぞれの特性を考慮の上、植栽地域の諸条件（土壌、大気、気象等）に適合し、植栽計画の意図にふさわしい樹種を決定しなければならない。

樹種の選定に当たっては、できるだけ次の事項を満たすよう留意する。

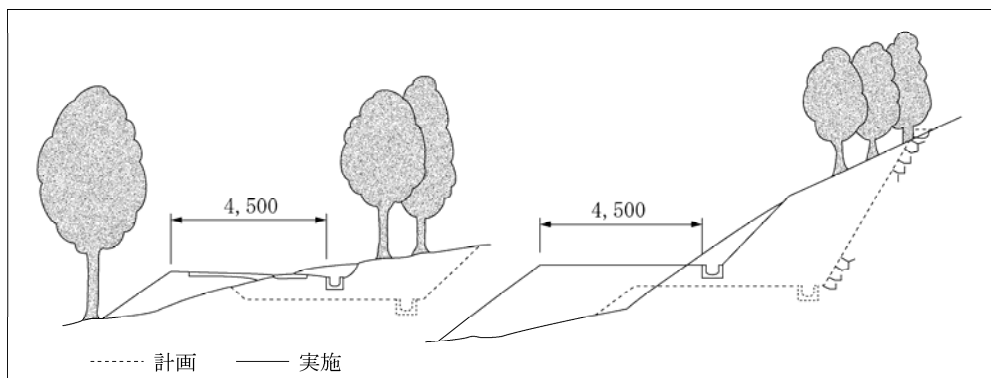
- ① 街路樹は、原則として落葉樹を使用するが、暖地で広幅員の道路等においては、常緑樹を採用することもできる。
- ② 中・低木（寄植及び刈込物）は常緑樹を主体とすること。
- ③ 周辺の農作物に被害を及ぼすおそれのある害虫等が寄生しない樹種であること。
- ④ 樹姿が美しく、病虫害に強い樹種で歩行者に害がないこと。
- ⑤ 活着しやすく、成長が良好な樹種であること。
- ⑥ 土壌条件、環境条件に適した樹種であること。
- ⑦ 維持管理の容易な樹種であること。
- ⑧ 同一樹種、同形、同大のものが一定数量入手可能なものであること。
- ⑨ 地域の特質を重んじて、沿道の諸条件に合致した樹種であること。
- ⑩ 在来種への影響に配慮して、緑化植物の導入については、生物多様性保全の観点から、移入種による自生種の生息地消失、自生種との間の浸透性交雑、在来の地域性系統の遺伝子攪乱等の危険性を考慮する必要がある。

(5) 自然環境に配慮した農道配置例

生態系保全に配慮した農道整備事例は徐々に増大しており、検討も進められている。

農道が通過する地域の自然を守る姿勢が重要であり、森林・樹木の保全や湿地・池沼・河川敷等の貴重な動植物についての知識を得て、各種の対応方法を工夫する必要がある。

樹木の保全に配慮した農道配置の例を、図-10.3.2 に示す。



〈資料：せせらぎ、第八号、p. 5〉

図-10.3.2 樹木の保全に配慮した農道配置例（福岡県志賀島）

引用・参考文献

- 1) (公社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用（令和3年3月）
- 2) (公社)日本道路協会：落石対策便覧（平成29年12月）
- 3) (公社)日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説 ボラードの設置便覧（令和3年3月）
- 4) (公社)日本道路協会：車両用防護柵標準仕様・同解説（改訂版）（平成16年3月）
- 5) (公社)日本道路協会：杭基礎設計便覧（令和2年9月）
- 6) (公社)日本道路協会：道路土工―軟弱地盤対策工指針（平成22年8月）
- 7) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）（平成24年3月）
- 8) (公社)日本道路協会：道路土工―擁壁工指針（平成24年7月）
- 9) (公社)日本道路協会：道路土工要綱（平成21年6月）
- 10) (公社)日本道路協会：道路土工―カルバート工指針（平成22年4月）
- 11) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成26年3月）
- 12) (公社)日本道路協会：道路照明施設設置基準・同解説（平成19年10月）
- 13) (公社)日本道路協会：道路標識設置基準・同解説（令和2年6月）
- 14) (公社)地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（平成24年5月）
- 15) (一財)土木研究センター：補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル 第4回改訂版（平成26年8月）
- 16) (一財)土木研究センター：多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル 第4版（平成26年8月）
- 17) (一財)土木研究センター：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル 第二回改訂版（平成25年12月）
- 18) 農林水産省農村振興局：土地改良事業設計指針 耐震設計（平成27年5月）
- 19) 農林水産省農村振興局：環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針（平成27年5月）
- 20) 農林水産省農村振興局：農業農村整備事業における景観配慮の手引き（平成19年6月）
- 21) (公社)日本道路協会：道路土工構造物技術基準・同解説（平成29年3月）
- 22) 国土交通省道路局：シェッド、大型カルバート等定期点検要領（平成31年2月）
- 23) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路土工構造物点検に関する参考資料(2022年版)―特定道路土工構造物変状事例集―（令和4年12月）
- 24) 浅野勇・渡嘉敷勝・森充広・西原正彦：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による利根川下流沿岸域の用排水路等の被害と特徴、農村工学研究所技報第213号、pp.145-173（2012）