

第9章 主要構造物の設計

関連条項〔基準 15、運用 15-1～15-2〕

9.1 橋 梁

9.1.1 基本設計

(1) 一般事項

農道橋は、農村地域において農業生産の近代化及び農産物流通の合理化、並びに農村の社会経済活動の基盤を担う農道の主要構造物で十分な強度と剛性をもち、かつ経済性に優れた構造物としなければならない。さらに、経済性の検討の際には、ライフサイクルコストを考慮することを原則とする。

橋梁設計においては、橋梁が河川を跨ぐ場合「河川管理施設等構造令」（昭和 51 年政令第 199 号）に基づき、河川管理者と協議を行い設計する必要がある。また、土地改良事業計画設計基準・計画「農道」（農林水産省 令和 6 年 3 月）のほか、「道路橋示方書」等を参考にして設計しなければならない。

- ① 構造物の使用目的を満たすこと。
- ② 安全、確実、かつ経済的に建設されること。
- ③ 維持補修が容易なこと。
- ④ 十分な耐久性を有すること。
- ⑤ 外観が周囲の景観に適合すること。
- ⑥ 必要に応じて十分な耐震性能を有すること。

また、設計諸元、図面、設計・施工上の技術的課題及び留意事項等の一連の情報を分かりやすく記録・整理して、施設管理者等へ確実に引き継ぐことが重要である。

(2) 橋梁の構成と名称

橋梁の構造は、自動車や歩行者等の荷重を直接支持する上部構造と、その上部構造を支える下部構造に大別される。

上部構造には、床版、床組、主桁、横構、支承、その他附属設備（高欄、伸縮装置、防護柵、照明設備等）が含まれる。

下部構造は橋台、橋脚を総称したもので、ともに上部構造を支持するものである。なお、橋台、橋脚の下にあって地盤に接して荷重を支える部分を基礎と称している。

橋梁の構成と名称を模式図的に示すと、図-9.1.1 のとおりである。

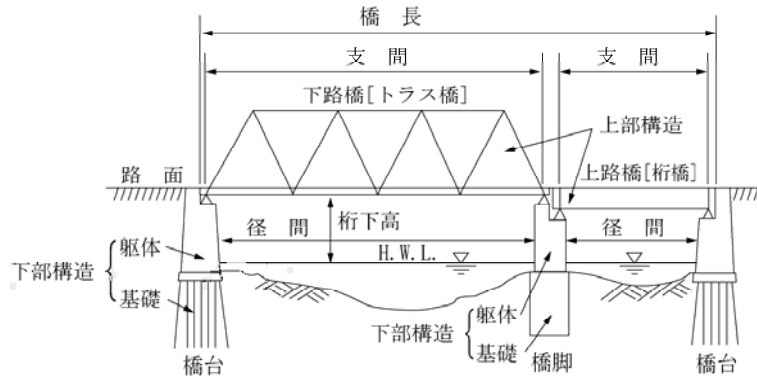


図-9.1.1 橋梁の構成と名称

(3) 位置の選定

農道橋の位置は、前後の路線との調和がとれ、河川等の被横断物への支障が少なく、かつ安全で経済的に架橋できる地点を選定する。

河川を横断する場合の位置は、河川の分岐点、合流点、屈曲部等を避けることが望ましい。

また、橋梁の構造、施工性からは、河道や河床が安定している箇所、直線部で改修済みの区間、地質が良好で水深の浅い箇所、川幅が比較的狭い箇所が望ましい。

道路、鉄道、谷等を横断する場合は、被横断物の利用、構造に支障のない位置を選定する。

しかし、農道の路線線形、工事費、河川管理上の制約条件等によって、その位置選定が左右される場合が多いので、十分検討しなければならない。

(4) 平面線形

橋梁は直橋とするのが構造、施工、河川管理等の上で望ましい。しかし、前後の農道の線形の連続性から斜橋とすることもやむを得ないこともあるが、この場合でもなるべく直角に近い角度とする。斜角が僅かならば、下部構造を工夫して橋桁の支承線を橋軸に直角とし直橋とし得る場合もある。斜角は 60° 以上とし、それ以下にしようとする場合には、特別な検討を必要とする。

曲線橋は、橋梁の構造、経済性の点で斜橋より更に不利であり、特別な場合を除いて採用しないものとする。やむを得ず農道の曲線部に入るときも直線桁を用い、床版のはね出しで処理できるような曲線半径とすることが望ましい。

(5) 縦断線形

縦断線形は、架橋地点の条件から定まる橋面高に合わせるとともに縦断線形の連続性を考慮し、その前後の取付け道路の縦断勾配と調和のとれた計画とする。

平地部では、河川を横断する橋梁の場合、桁下高は一般に河川の計画高水位に桁下余裕高を加えた値以上とすることが必要である。また、道路、鉄道等を横断する橋梁の場合は、被横断物の建築限界を確保した上に、主桁の全高（舗装面までを含む。）を加えた橋面高が、農道の縦断線形のコントロールポイントになることが多く、その場合は橋梁の中央部を頂点とする凸形の縦断曲線（勾配 $1/100 \sim 1/200$ ）を設定する。この場合、建築限界のほかに工事、補修、除雪、舗装のオーバーレイ等に対する余裕について十分検討しておく必要がある。

山岳部等の谷を横断する場合等、農道の縦断線形が凹形となるときは、橋梁全体の線形も農道に合わせて凹形にするのがよい。しかし、主桁自体に凹曲線をつけることは好ましくないため、路面の曲線は舗装で処理するのがよい。

片勾配区間では、農道の勾配に合わせて橋を架けることを原則とするが、その勾配は6～7%以下とする。

(6) 幅員構成

橋梁の幅員構成は、車道及び必要に応じて設けられる歩道、自転車道等の要素からなる。これらの幅員は、前後の道路幅員と同一とすることを原則とするが、農道の特殊性から、農業機械の通行、農作業等の利用に支障のないような計画としなければならない。

また、通勤、通学、日常生活にも利用されるので、歩行者、自転車の通行が多い場合は、特にこれらに対する安全性も考慮し、必要に応じて歩道、自転車道を設ける。

(7) 橋長及び径間長

河川に架けられる場合の橋長は、高水時の流水に障害がなく、また流水によって橋台が被害を受けないように定める。径間長は河川管理上支障がなく、橋全体が最も経済的になるよう適切に定める。

道路や鉄道を横断する場合は、それらの建築限界を確保する橋下空間が得られるよう橋長及び径間長を定める。

ア 橋長

河川に架ける場合の橋長は、川幅によって定まるが、河川管理者と協議して、河川改修計画の有無についてはもちろん、将来の河川敷内計画等とも整合するように橋長を決定しなければならない。

イ 径間長

河川を横断する橋梁の場合、径間長は、洪水が流下する方向と直角の方向の距離で表し、河川管理の上から一定限の径間長とすることが必要である。その具体的な算出方法については、「河川管理施設等構造令」（昭和51年政令第199号）に規定されている。

道路、鉄道、谷等を横断する橋梁の場合、被横断物の建築限界や横断部の土地利用等を考慮して径間割りを行う。この場合、被横断物の増設拡幅計画があれば、これについても考慮しておかなければならない。また、橋台、橋脚及びこれらの基礎工が、道路、鉄道等の利用、構造に支障がなく、施工に当たっても安全かつ経済的にできるよう径間割りをする必要がある。

(8) 計画高の決定

橋梁計画高は、河川の計画高水位に計画高水流量と対応した桁下余裕高を加えた標高以上とする。

ア 計画高水位

(ア) 計画高水流量が定められている場合

工事実施基本計画に従って計画高水流量が定められている場合又は定められることが明らかな場合はこれによる。

(イ) その他の場合

計画高水流量が定められていない場合は、各占用管理者が定める基準等を基に設定すること。

(9) 構造

ア 上部構造

上部構造の形式は、支間長に応じ、さらに現場立地条件により経済性、構造特性、施工性、

イ 下部構造

下部構造すなわち橋台、橋脚及び基礎工の形式は、上部構造の形式、幅員、支間長、荷重等を考慮し、地形、河川状況、被横断物、基礎地盤等をよく調査して、その地点に最も適し、構造的に安全でかつ経済的な形式としなければならない。架橋地点の立地条件によっては、下部構造の条件によって、上部構造の支間割りや支間長が制約されることもある。特に河川状況については、橋台や橋脚の設置によって流水への障害や洗掘、侵食等が生じないようにすることが河川管理上及び下部構造自体の安定上からも必要である。道路、鉄道等を横断する場合については、これらの利用に支障のないようにしなければならない。また、基礎地盤の状態は、下部構造の基礎形式や根入れ深さを決める上で極めて重要であり、地質資料調査、既存構造物の調査、地表及び露頭調査、さらに必要に応じ物理探査、ボーリング、貫入試験等を行い、その地盤の構成や支持力、洪水時の河床の移動範囲、被横断物の基礎構造等について十分な調査検討を行うことが必要である。

橋台は、架橋地点の地形、地質状況等を考慮し、河川管理等に支障のない位置を選び、上部構造からの荷重とともに、背面からの土圧等の橋台自体に作用する荷重に対しても安全に支持できる形式とする。

また、橋台は上部構造を支えるとともに取付け道路の土留めの役割を果たす。したがって、背面からの土圧を躯体が安全に支えるとともに、背面盛土の保護のため翼壁又はそで擁壁を設けることが多い。

橋台の形式は、表-9.1.1を標準とする。

表-9.1.1 形式別橋台高

形 式	橋 台 高 (m)		
	5	10	15
重 力 式	3 ┃ ───┃ 5		
半 重 力 式	───┃ 5		
逆 T 式	5 ┃ ───────────┃ 15		
控 制 壁 式			12 ┃ ───┃ 15

橋台は、橋全体の配置、取付け道路との関係を考慮し、河川管理、被横断物の利用等に支障のないような位置を選ぶ。

橋台を河川堤防に設ける場合、川幅が 50m 未満の場合は橋台の前面が堤防の表法肩か

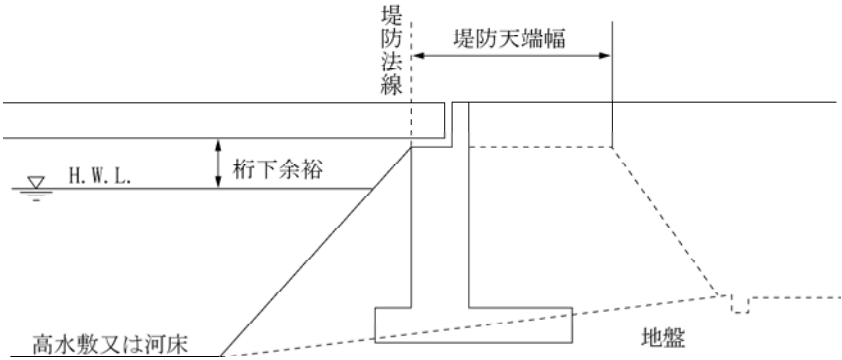
ら前へ出ないようにし、川幅が 50m 以上の場合は計画高水位と堤防法面の交点より前へ出さないようにする。また、橋台の表側の面は、堤防の構造に著しい支障を及ぼさないために必要な措置を講ずる以外は、堤防法線と平行に設けなければならない。また、橋台の底面は堤防の地盤に定着させなければならない。

b 形状

橋台の根入れ深さは、図-9.1.2 及び図-9.1.3 による。堤防天端幅は表-9.1.2 による。

(a) 土砂の場合

〔堤防の場合〕

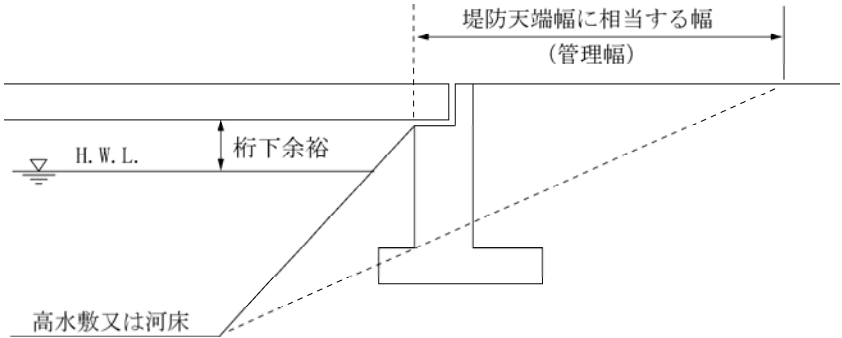


橋台の底版下面は、堤防の地盤高より下方に設定する。

注) 参考：「河川管理施設等構造令 第 61 条」

図-9.1.2 橋台の根入れ深さ(1)

〔掘込河道の場合〕



橋台の底版下面は、堤防天端幅に相当する幅と河床とを結んだ線より下方に設定する。

注) 参考：「河川管理施設等構造令 第 61 条」

図-9.1.3 橋台の根入れ深さ(2)

表-9.1.2 堤防天端幅

計画高水流量 (m ³ /s)		堤防天端幅 (m)
500以上	500未満	3
	2,000未満	4
2,000以上	5,000未満	5
5,000以上	10,000未満	6
10,000以上		7

9.1.2 橋梁計画における景観上の留意事項

橋梁は、分断される二つの地区を結ぶ重要な構造物であり、地域の新たな骨格を形成する要素となり、その景観は、橋梁周辺の地域状況によっては、農村地域の有効な地域資源として活用される場合もある。ここでは、そのような地点で計画される橋梁における景観上の配慮事項を示すが、実際の計画に当たっては、橋梁本来の機能にも配慮して整備を行うことが必要である。

(1) 橋梁と周辺環境との関わり

ア 橋梁の位置付け（橋のテーマ設定）

橋梁の景観を考える場合には、路線全体の中での位置付けを考慮することが必要である。特に、1路線に複数の橋梁がある場合には、路線としての統一性や個々の地点の景観等を踏まえ橋梁のデザインを検討することが必要である。

また、橋梁前後の路線において環境に配慮した整備を行っている場合には、これを踏まえたデザインを検討することも必要である。

イ 橋梁からの眺望

橋梁は、見通しのよい場所に位置することが多く、加えて橋梁の上は障害物がなく見晴らしに優れるため、橋面空間は周辺景観を楽しむ空間として利用することが考えられる。したがって、橋梁周辺の景観を調査しておくことが必要である。

ウ 橋梁のデザインに影響を及ぼす地域特性

神社の参道、学校の通学路等、特定の目的の交通が多い場所では、入口としての性格も帯びてくる。特に古くからある橋梁や地域の伝統的な橋梁等が付近にある場合には、その素材やデザインを参考にすることが必要である。

このような独自性を反映させることは、農道の魅力を高めることにつながることから、橋梁周辺の自然環境要素、社会環境要素、歴史・文化環境要素を踏まえた計画とすることが必要である。

エ 橋詰とその周辺の景観

橋詰の景観を整備することは、橋の魅力を増進させ、道の快適性を高め、より豊かな環境にすることにつながる。さらに、橋梁の計画を進める上では、橋と地域の関わりを確認、橋詰を含めた構造物周辺の景観整備の検討も必要である。

オ 橋梁と河川

橋梁下の河原がレクリエーションの場として利用されている場合には、河原から仰いだ橋の景観に留意することが必要である。

(2) 橋梁の景観

ア 橋梁の形態

橋のデザインは、見る位置により見え方が変わる。周辺環境との調和に配慮して、優れた景観を演出できる橋をデザインすることが重要である。

イ 橋梁の色彩

橋梁の色彩には、材料自体の色を生かす場合と材料の表面に塗装を行う場合がある。橋梁の色彩を考える場合、橋梁自体の色と背景の色との調和が重要である。背景となる環境には、様々な色が含まれていることから、その中で支配的な色（基調色）を選び出して、その色と橋梁の色の調和を検討することが望ましい。

背景の色との調和については、「強調」「融合」「中立」の三つの方法があり、橋の役割等を

踏まえて検討することが重要である。

(ア) 強調

背景の基調色の対比の配色により、橋を目立たせ力強さを表す。

(イ) 融合

背景の色と類似、同等の配色により、橋を周囲に溶け込ませ目立たなくさせる。

(ウ) 中立

低彩度の色を用いた配色で、背景の色を引き立たせる中立的な配色を行い、橋に気品を与える。

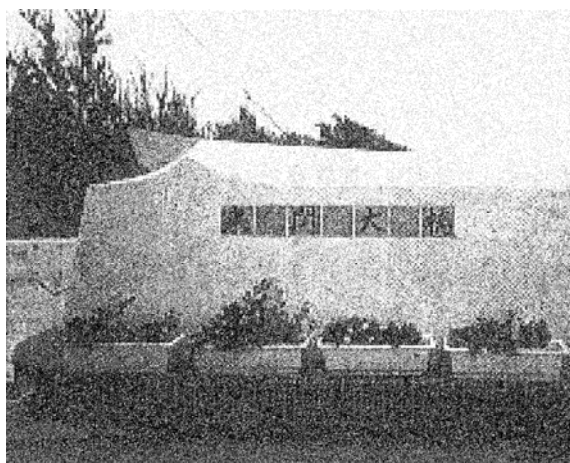
(3) 橋上の利用

高欄や照明等の人の目につきやすい附属物は、景観の演出には効果的な要素である。橋の位置付け、役割から、橋梁の整備テーマを導き計画的な意匠計画が必要である。ただし、橋梁本体の構造が魅力となるような橋梁では、親柱や高欄等が余り強調されないよう配慮する。

ア 親柱

親柱は、橋を象徴するものとして、地域のイメージを反映させた伝統的なデザイン、記念碑型のもの、造形作品を載せたもの等広く活用されている。

親柱のデザインは、橋本体とのバランスを考え、設定したデザイン基調に準じて意匠を検討する必要がある。



橋ができる以前、島民はサバニ（くり舟）で行き来していたことから、橋全体でサバニをイメージするために、サバニの先端部を親柱で表現した。また、表面は、島特産のトラバーチン（琉球石灰岩）で加工した。

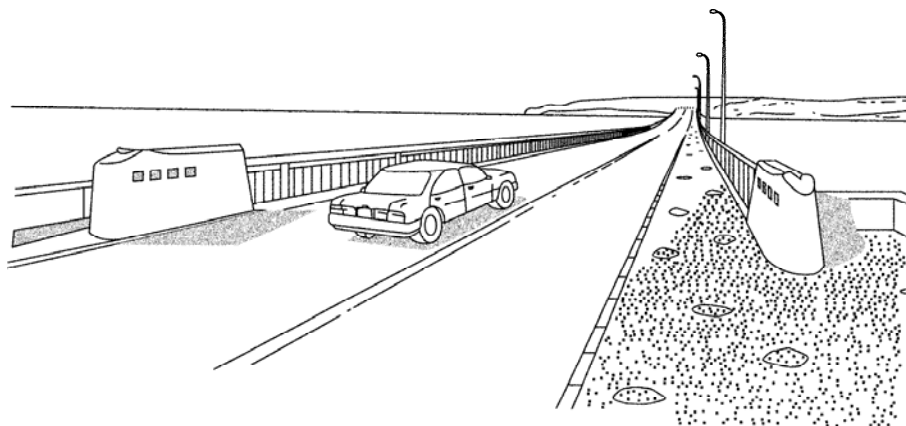


図-9.1.4 親柱のデザインの例（沖縄県宮古島市）

イ 高欄

高欄は、橋梁のイメージを演出するのに役立つ。しかし、この場合も橋梁本体への荷重の影響、また事故防止等の安全性の検討はもとより、歩行者が寄りかかる、つかまるといった物理的な心地よさ、耐久性、汚れにくさを検討し、その上で様々なデザインを検討する。金属系、樹脂系の材料の使用については、気象条件等から耐久性に特に配慮する。

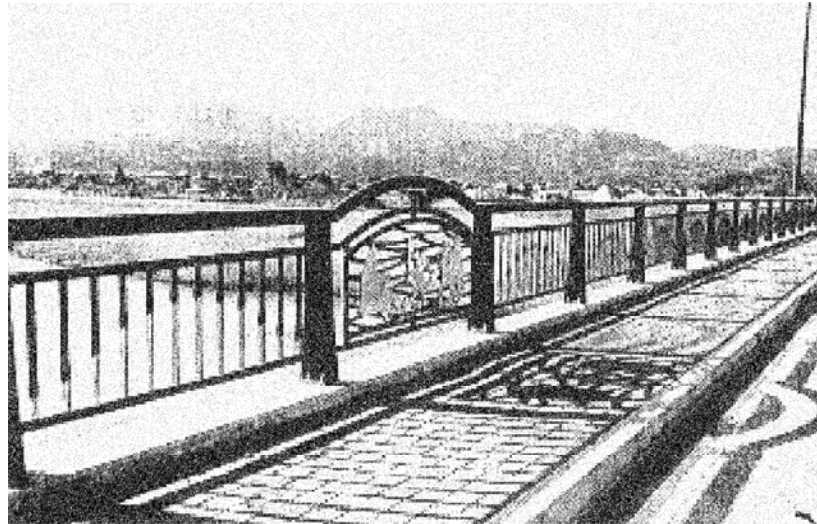
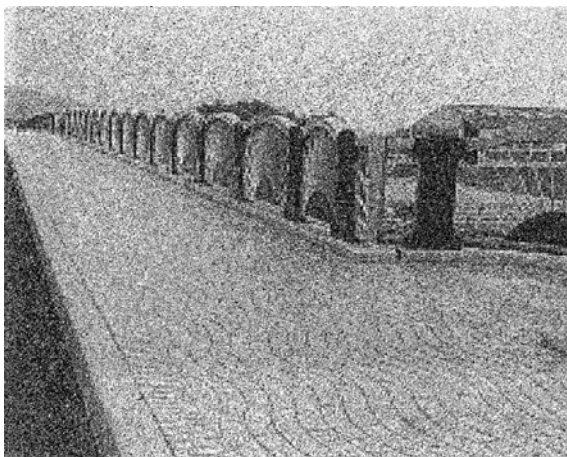


図-9.1.5 高欄のデザインの例（熊本県宇土北部地区）

ウ 歩道

橋梁における歩行者スペースは、車両交通との明確な分離が望ましい。このため、歩車道境界に柵を設けることが多いが、橋梁本体の構造により圧迫感のある場合は、一般的に歩車道境界ブロックによる段差で分離する場合が多い。また、快適な歩行空間を整備するため歩道の舗装に凝ったものが使われることもある。タイルはさまざまなものが揃っており、デザイン基調に準じて使用材、色彩等を検討する。また、石材にも表現力の豊かな国産、外国産の薄手のものが増え使用が可能である。ただし、安全な歩行空間の確保が前提であるから、タイルや石材もすべりにくいものを選定する必要がある。



高欄に地場産業として名高い「うちわ」や市章をかたどり、高欄とデザインを合わせた舗装を行っている。

図-9.1.6 歩道舗装のデザインの例（香川県丸亀市）

エ 照明

照明は橋梁の景観を演出する有効な要素である。修景型の街路照明、内照式親柱、内照式高欄、内照式車止め、橋梁本体のライトアップ等、手法は様々である。

しかし、農道では、夜間の利用が少ないことや維持管理を要することから、照明を設置する場合には、その必要性を十分に検討することが重要である。

オ その他

橋上のデザインとして、バルコニーや彫刻等を設置する場合がある。

また、維持管理を考慮して高欄に照明を配置する事例も近年多くなっている。

9.1.3 設計条件

(1) 適用範囲

本節(9.1.3)以降は、以下に定義する小規模農道橋に適用するものとする。小規模農道橋は、耐震設計手法等、幾つかの詳細検討においては、重要度や経済性等から現況に見合った安全性と機能性を保有しておればよい。したがって、必ずしも「道路橋示方書」に準拠する必要はない。これは小規模農道橋に、一般道路橋と同じ重要度・社会的影響度から決定される耐震性能や機能を保持させることは費用対効果の面から極めて不合理なためである。また、従来、設計自動車荷重 245kN として設計していた農道であっても、大型車の交通がほとんどない場合においては、地域住民等の意向を踏まえた上で、通行上の安全性を確保することを前提に大型車の通行を規制する標識の設置や進入防止ブロック等を設置することにより小規模農道橋として設計することができるものとする。ただし、それ以外の農道橋の設計に当たっては、「道路橋示方書」等の橋梁関連技術書によらなければならない。

〈小規模農道橋の定義〉

①～④の全てに該当する農道橋を、小規模農道橋とする。

- ① 道路構造令に準拠しない“ほ場内農道”のうち、支線農道・耕作道においてほ場内の用排水路等に架かる農道橋で、万一地震による被害を被ったとしても、地域社会や上下流域に大きな影響を及ぼすおそれがなく、速やかな撤去又は復旧が可能なもの
- ② 単径間、単純支間長 24m 以下及び橋台高 6 m 程度以下のもの
- ③ 設計自動車荷重 196kN 以下、1 車線及び車道幅員 5.5m 未満のもので、想定荷重を超える車両の通行規制標識や進入防止ブロック等を設置するもの
- ④ 農道橋は上部工と下部工が支承又は剛結により接続する施設であり、上部工は本節(3)(ア)、「9.1.4 (2)」に準拠して設計を行うものである。橋台等に床版のみを載せて渡せるようにしている施設は対象外である。

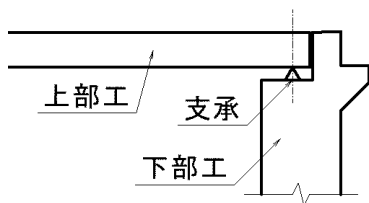


図-9.1.7 概要図
(支承による上部工と下部工との接続)

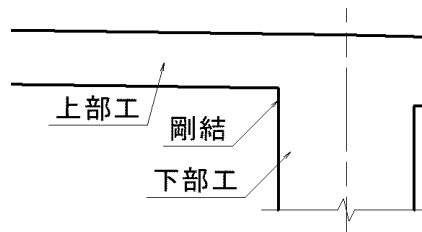


図-9.1.8 概要図
(剛結による上部工と下部工との接続)

(2) 設計方法

基準書においては、橋梁上・下部工の部材設計は、「原則として限界状態設計法を適用して行うこととするが、これにより難しい場合は、許容応力度法を適用して行うことも妨げないこととする。」としている。

ア 限界状態設計法・部分係数法

限界状態設計法及び部分係数法は平成 29 年版の「道路橋示方書」から導入された設計法である。橋の耐荷性能の照査を体系的かつ合理的に行えるように、橋の限界状態、上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態、部材の限界状態が体系的に規定されており、構造物に求められる各々の限界状態の規定に対して、これを満足するよう設計する。なお、限界状態設計法・部分係数法の諸数値は「道路橋示方書」の規定によるものとする。

イ 許容応力度法

上部工及び下部工の部材設計に当たり、部分安全係数の選定に必要な現地データが十分入手できない等、限界状態設計法の適用が難しい場合には、許容応力度法によるものとする。

ウ 小規模農道橋の重要度区分

小規模農道橋の重要度区分は表-9.1.3 による。

表-9.1.3 小規模農道橋（鉄筋コンクリート）の重要度区分

重要度区分	内 容
B 種	小規模農道橋

エ 保持すべき耐震性能

小規模農道橋の耐震性能は、次のとおりである。

(ア) 健全性を損なわない

地震によって施設としての健全性を損なわない性能

小規模農道橋は、レベル 1 地震動と施設の重要度の組合せに対して、次の耐震性能を保持することを基本とする。

a レベル 1 地震動に対しては、重要度区分 B 種の施設について「健全性を損なわない」性能を保持する。

オ 地震動と重要度の組合せに対して目標とすべき耐震性能の水準

小規模農道橋の重要度区分及び地震動レベルと耐震性能の水準は表-9.1.4 による。

表-9.1.4 小規模農道橋の重要度区分及び地震動レベルと耐震性能

地震動レベル		レベル 1 地震動	レベル 2 地震動
重要度区分			
B 種	耐震性能	健全性を損なわない	耐震性能を設定しない
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行う	耐震設計を行わない

(3) 荷重

ア 荷重の種類

橋梁を設計する場合に考えなければならない荷重の種類は、次のとおりである。ただし、これらの荷重全てが同時に作用すると考える必要はなく、架橋地点の諸条件や構造等を考慮し

て荷重の種類及びこれらの組合せを適宜選定すればよい。

設計に用いる荷重は、作用の仕方、載荷頻度、橋に与える影響等の観点から、主荷重、従荷重、特殊荷重の三つに区分される。

(ア) 主荷重

橋の主要構造部を設計する場合において常に作用すると考えなければならない荷重である。

- ① 死荷重 (D) ② 活荷重 (L) ③ 衝撃の影響 (I) ④ 土圧 (E)
- ⑤ 水圧 (HP) ⑥ 浮力又は揚圧力 (U) ⑦ その他

その他の荷重にはコンクリートのクリープの影響や乾燥収縮の影響等があるが、影響が明らかな場合は別途考慮する。

(イ) 従荷重

必ずしも常時、又はしばしば作用するとは限らないが、主荷重と組み合わせて考慮しなければならない荷重である。

- ① 地震の影響 (EQ) ② その他

その他の荷重には風荷重及び温度変化の影響があるが、影響が明らかな場合は別途考慮する。

(ウ) 特殊荷重

橋種、構造形式、架橋地点の状況等によっては特に考慮しなければならない荷重で、この中には主荷重に属するものと従荷重に属するものがある。

- ① 雪荷重 (SW) (主荷重に相当) ② その他 (従荷重に相当)

その他の荷重には施工時荷重及び制動荷重等があるが、本技術書で対象とする橋梁では、それらが及ぼす影響は少ないことから考慮しないものとした。

作用特性の分類の参考として、考慮すべき荷重について本技術書と「道路橋示方書」との対比を表-9.1.5に示す。また、表-9.1.6に道路橋示方書における各作用の区分の観点について示す。

表-9.1.5 作用特性の分類

荷重	記号	本技術書				道路橋示方書		
		主荷重	従荷重	特殊荷重	備考	永続作用	変動作用	偶発作用
死荷重	D	●				○		
活荷重	L	●					○	
衝撃の影響	I	●					○	
プレストレス力	PS	その他				○		
コンクリートのクリープの影響	CR	その他				○		
コンクリートの乾燥収縮の影響	SH	その他				○		
土圧	E	●				○	○	
水圧	HP	●				(○)*	○	
浮力又は揚圧力	U	●				(○)*	○	
温度変化の影響	TH		その他				○	
温度差の影響	TF		その他				○	
雪加重	SW			●	主荷重に相当		○	
地盤変動の影響	GD				考慮しない	○		
支点移動の影響	SD				考慮しない	○		
遠心加重	CF				考慮しない		○	
制動加重	BK			考慮しない			○	
橋桁に作用する風荷重	WS		その他				○	
活荷重に対する風荷重	WL		その他				○	
波圧	WP				考慮しない		○	
地震の影響	EQ		●				○	○
衝突荷重	CO		その他		ガードレール等			○
その他								

○：「道路橋示方書」において、永続作用、変動作用、偶発作用のそれぞれに対して考慮すべき荷重

(※設計共用期間中の水位の変動幅や橋への荷重効果としての変動幅によっては、永続作用として扱うこともあり得る。)

●：①荷重の種類において具体的に列挙されている荷重

その他：①荷重の種類において「その他」に含まれる荷重

表-9.1.6 作用の区分の観点³⁾

作用の区分	作用の頻度や特性	例
永続作用	常時又は高い頻度で生じ、時間的変動がある場合にもその変動幅は平均値に比較し小さい。	構造物の自重、プレストレス、環境作用等
変動作用	しばしば発生し、その大きさの変動が平均値に比べて無視できず、かつ変化が偏りを有していない。	自動車、風、温度変化、雪、地震動等
偶発作用	極めて稀にしか発生せず、発生頻度などを統計的に考慮したり発生に関する予測をしたりすることが困難である作用。ただし、一旦生じると橋に及ぼす影響が甚大となり得ることから社会的に無視できない。	衝突、最大級地震動等

イ 死荷重 (D)

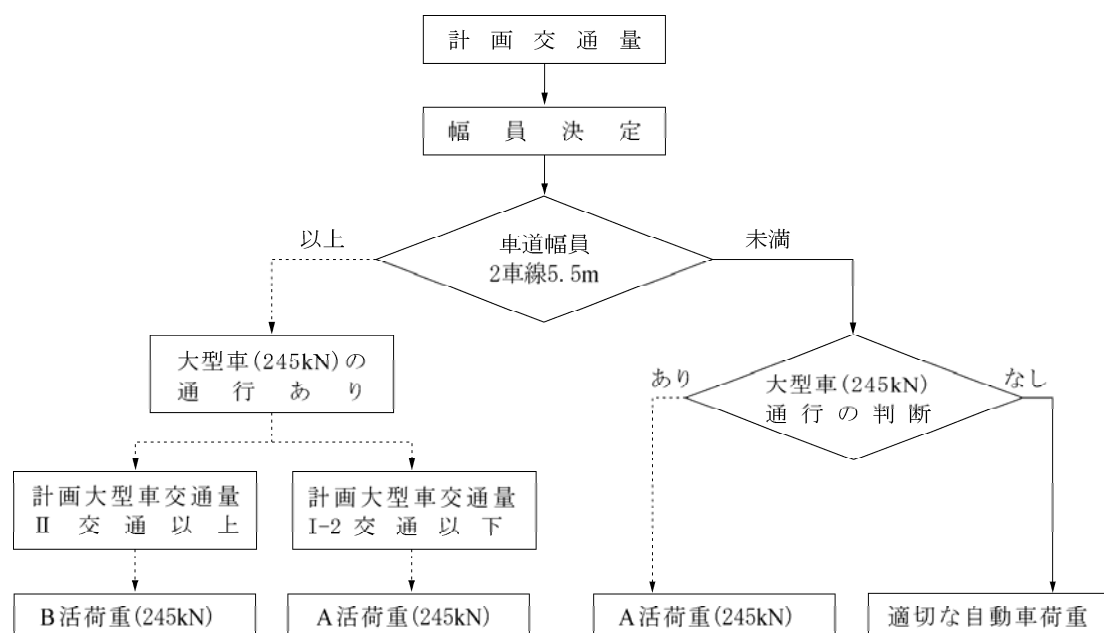
死荷重は、橋梁の自重及び添架物（水道管等）の重量である。単位重量は材料により異なるため、実重量が明らかな場合はそれを用いることを原則とするが、それが困難な場合は、標準的な数値として表-9.1.7 に示す値を用いてもよい。

表-9.1.7 材料の単位体積重量³⁾ (kN/m³)

材 料	単位体積重量
鋼、铸鋼、鍛鋼	77.0
铸铁	71.0
アルミニウム	27.5
鉄筋コンクリート	24.5
木材	8.0
無筋コンクリート	23.0
セメントモルタル	21.0
舗装用アスファルト	22.5
舗装用コンクリート	23.0
瀝青材（防水用）	11.0
プレストレスを導入するコンクリート （設計基準強度 60N/mm ² 以下）	24.5
プレストレスを導入するコンクリート （設計基準強度 60N/mm ² を超え 80N/mm ² まで）	25.0

リ 活荷重 (L)

活荷重は、自動車荷重（T 荷重・L 荷重）、歩道等に負載する群集荷重とする。小規模農道橋においては、設計自動車荷重は 196kN 以下とし、農道の路線配置や線形、営農形態等から、現地の通行荷重に応じた適切な荷重形態を設定するものとする。このときの交通量の区分は表-9.1.8 による。



注）実線は小規模農道橋、破線はそれ以外の橋梁を示す。

図-9.1.9 設計自動車荷重選定フロー

表-9.1.8 交通量の区分

交通量の区分	計画大型車交通量（台/日・方向）	
I-1 交通	1 以上	15 未満
I-2 交通	15 以上	40 未満
II 交通	40 以上	100 未満
III 交通	100 以上	250 未満
IV 交通	250 以上	1,000 未満

注) 単車線の場合は1日当たりの2方向の合計通過台数

活荷重は、T 荷重と L 荷重のいずれかのうち、構造物に不利な影響を与える方を載荷させるものとする。

(ア) 上部工を設計する場合

上部工の設計を行う場合 a、b について設計を行う必要がある。ただし、張出し床版が設置されていない上部工については b について設計を行う。

a 床版及び床組を設計する場合（T 荷重について）

L 荷重を採用する場合、その算出方法は次項 b による。

橋梁の車道部分には、表-9.1.9、図-9.1.10 に示すような T 荷重を、それぞれ設計荷重に応じて負載することとする。T 荷重は、部材に最大の応力が生じるように負載するが、1 橋につき橋軸方向及び橋軸直角方向には原則として 1 台とする。

なお、T 荷重の橋軸直角方向の車輪中心負載位置は、図-9.1.11 のとおりである。また、歩道がある場合は、歩道部 5 kN/m^2 の等分布荷重を負載するものとする。

表-9.1.9 T 荷重

設計荷重	総荷重 W (kN)	前輪荷重 $0.1 W$ (kN)	後輪荷重 $0.4 W$ (kN)	前輪輪帯幅 b_1 (cm)	後輪輪帯幅 b_2 (cm)	車輪接地長 a (cm)
T-20	196	19.6	78	12.5	50	20
T-14	137	13.7	55	12.5	50	20
T-10	98	10	39	12.5	50	20

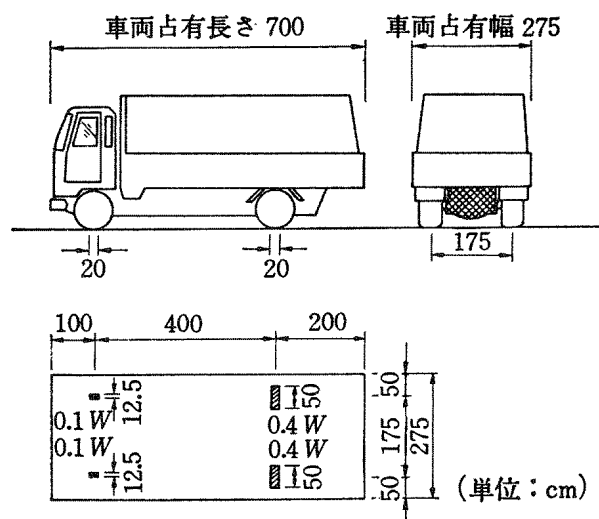


図-9.1.10 T 荷重

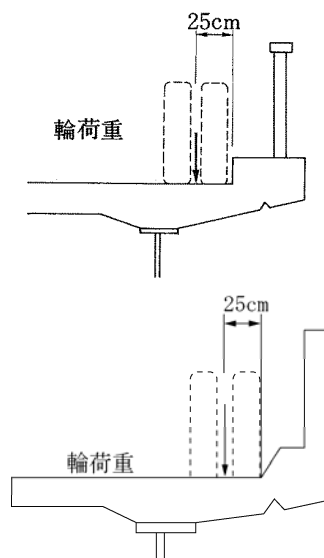


図-9.1.11 輪荷重の負荷位置

b 主桁を設計する場合 (L 荷重について)

主桁を設計する場合の活荷重は、以下のとおりとする。

車道部分には、1 橋につき 1 個の線荷重と等分布荷重からなる、図-9.1.12 に示す L 荷重を負載する。L 荷重は、考えている点又は部材に最も不利な応力が生じるように橋の幅 2.75m (有効幅員 5.50m 未満の場合) までは線荷重 P 及び等分布荷重 p を、残りの部分にはそれらの各々 $1/2$ を負載するものとする。

また、歩道がある場合は、歩道部に 3.5kN/m^2 の等分布荷重を負載するものとする。

L 荷重ごとの主載荷荷重、従載荷荷重は表-9.1.10 によるものとする。

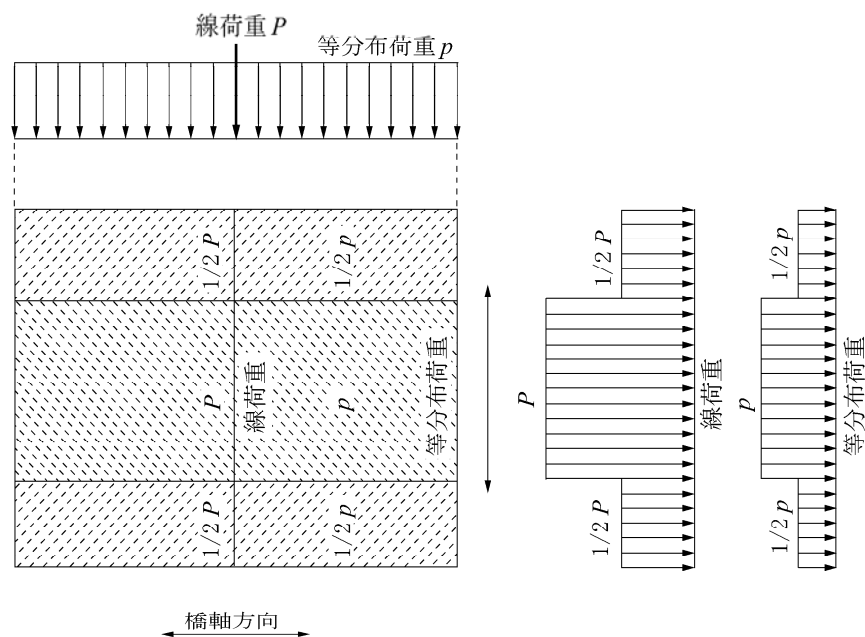


図-9.1.12 L 荷重

表-9.1.10 L 荷重

設計荷重	主載荷荷重 (幅 2.75m)		従載荷荷重
	線荷重 P (kN/m)	等分布荷重 p (kN/m ²)	
L-20	50	3.50	主載荷荷重の 50%
L-14	35	2.45	
L-10	25	1.75	

(イ) 下部工を設計する場合

下部工を設計する場合の上部構造に負載する活荷重は、b に規定する主桁を設計する場合の活荷重とする。

支間長が短い場合（7 m 以下）には、T 荷重の影響の方が大きいことがあるので注意を要する。

下部構造背面の地表面に載荷する自動車荷重は、T 荷重を車両専有面積で除した等分布荷重として載荷するものとし、表-9.1.11 の値を標準とする。

表-9.1.11 自動車荷重（地表載荷荷重）

設計荷重	載荷荷重 (kN/m ²)
L-20	10
L-14	7
L-10	5

エ 衝撃の影響 (I)

活荷重の動的作用を衝撃と称し、この度合いは衝撃係数によって表される。上部構造では、T 荷重及び L 荷重に対しては衝撃の影響を考慮するものとし、一般的には表-9.1.12 により算定する。

歩道等の群集荷重は、その荷重の性質上、衝撃の影響を考慮しないものとする。

なお、下部構造の設計に用いる上部構造反力も衝撃の影響を考慮しないものとする。

表-9.1.12 衝撃係数³⁾

橋 種	衝 撃 係 数 i	備 考
鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T 荷重を使用する場合
	$i = \frac{7}{20 + L}$	L 荷重を使用する場合
プ レ ス ト レ ス ト コ ン ク リ ー ト 橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T 荷重を使用する場合
	$i = \frac{10}{25 + L}$	L 荷重を使用する場合
鋼 橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T 荷重、L 荷重共通

L : 支間長 (m)

オ 土圧 (E)

土圧とは、一般に構造物の面に及ぼす圧力又は土中のある断面に作用している圧力をいい、水平方向と鉛直方向に分けて考える。

一般的には、クーロン、ランキン、テルツァギーの各土圧公式が用いられているが、本技術書における土圧計算は、クーロン土圧公式を使用するものとした。なお、翼壁に関しても同様とする。

(ア) 常時土圧

a 下部構造躯体部は可動壁として考え、それに働く土圧は、式 (9.1.1) ～式 (9.1.4) により算出する。

(a) 砂質土の場合

$$P_A = K_A \cdot \gamma \cdot x + K_A \cdot q \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.1)}$$

$$P_P = K_P \cdot \gamma \cdot x + K_P \cdot q \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.2)}$$

(b) 粘性土の場合

$$P_A = K_A \cdot \gamma \cdot x - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} + K_A \cdot q \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.3)}$$

ただし、 $P_A \geq 0$

$$P_P = K_P \cdot \gamma \cdot x + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_P} + K_P \cdot q \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.4)}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right\}^2} \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.5)}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right\}^2} \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.6)}$$

なお、 $\phi \pm \alpha < 0$ の場合には、 $\sin(\phi \pm \alpha) = 0$ とする。

ここに、 γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

(「第 10 章 附帯構造物の設計 10.1.8 表-10.1.8」参照。)

P_A : 深さ x における主働土圧強度 (kN/m²)

P_P : 深さ x における受働土圧強度 (kN/m²)

K_A : クーロン土圧による主働土圧係数

K_P : クーロン土圧による受働土圧係数

x : 土圧 P_A 、 P_P が壁面に作用する深さ (m)

c : 土の粘着力 (kN/m²)

q : 地表載荷荷重 (kN/m²)

ϕ : 土のせん断抵抗角 (°)

α : 地表面と水平面とのなす角 (°)

θ : 壁背面と鉛直面とのなす角 (°)

δ : 壁面摩擦角 (°)

(「第 10 章 附帯構造物の設計 10.1.10 表-10.1.16」参照。)

ここで用いている角度は反時計回りを正とする。

なお、図-9.1.13におけるN-N断面は壁背面に垂直な面である。

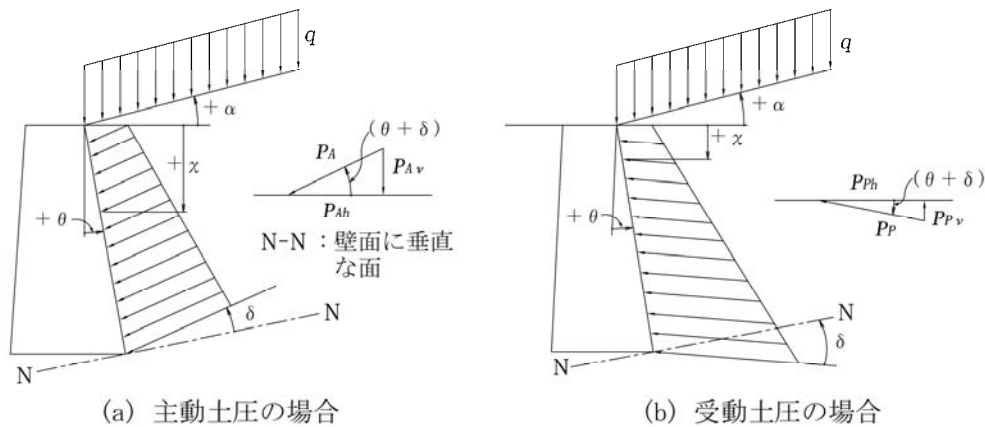


図-9.1.13 常時土圧³⁾

(イ) 地震時土圧

地震時土圧は、構造物の種類、土質条件、設計地震動のレベル、地盤の動的挙動等を考慮して、適切に設定するものとする。

なお、「土地改良事業設計指針「耐震設計」(平成27年5月)によれば、背面土が良質な材料で密に締め固められた条件においては、レベル1地震動及びレベル2地震動のいずれに対しても適用可能な修正物部・岡部法を原則として用いるものとしているが、小規模農道橋については、より簡便な物部・岡部法を適用してもよい。

地震時土圧は分布荷重とし、荷重強度を式(9.1.7)及び式(9.1.8)により算出する。

a 主働土圧強度

$$P_{EA} = \gamma \cdot x \cdot K_{EA} + q' \cdot K_{EA} \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.7)}$$

(a) 背面が土とコンクリートの場合

$$\begin{array}{ll} \text{砂及び砂礫} & K_{EA} = 0.21 + 0.90k_h \\ \text{砂質土} & K_{EA} = 0.24 + 1.08k_h \end{array}$$

(b) 背面が土と土の場合

$$\begin{array}{ll} \text{砂及び砂礫} & K_{EA} = 0.22 + 0.81k_h \\ \text{砂質土} & K_{EA} = 0.26 + 0.97k_h \end{array}$$

..... 式 (9.1.8)

ここに、 P_{EA} ：深さ x における地震時主働土圧強度 (kN/m²)

K_{EA} ：地震時主働土圧係数で、式(9.1.13)により算出

k_h ：地震時土圧の算出に用いる設計水平震度で、レベル1地震動に対しては、⑧地震の影響(b)に規定する地盤面の設計水平震度を用いる。

γ ：土の単位体積重量 (kN/m³)

(「第10章 附帯構造物の設計 10.1.8 表-10.1.8」参照。)

x ：地震時土圧 P_{EA} が壁面に作用する深さ (m)

q' ：地震時の地表載荷荷重 (kN/m²)

また、 q' は地震時に確実に作用するもののみを考慮し、活荷重は含まない。

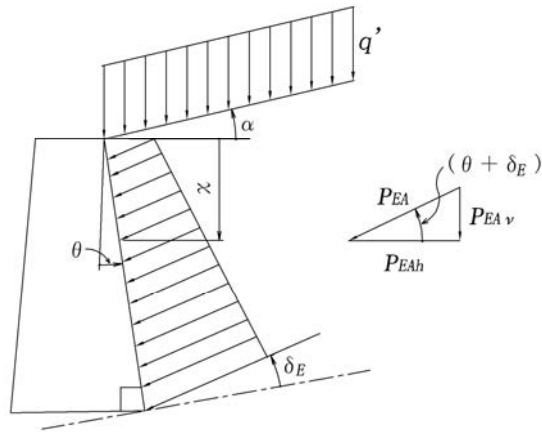


図-9.1.14 地震時土圧

カ 水圧 (HP)

(ア) 静水圧

静水圧は、式 (9.1.9) により算出する。

ただし、地盤の状況によっては静水圧が三角形分布とならず、地中のある部分に働く水圧が理論水圧の値まで作用しないこともあるので、それが間隙水圧等の調査で明らかな場合は、その値まで低減することができる。

$$P_h = w_0 \cdot h \cdots \cdots \text{式 (9.1.9)}$$

ここに、 P_h : 水面からの深さ h の静水圧 (kN/m²)

w_0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)

h : 水面からの深さ (m)

(イ) 地震時動水圧

水に接する下部構造については、地震時動水圧を考慮しなければならない。震度法に用いる地震時動水圧の作用方向は、上部構造の慣性力の作用方向と一致させるものとする。

a 片面にのみ水が存在する壁状構造物に作用する地震時動水圧

片面にのみ水が存在する壁状構造物に作用する地震時動水圧及びその作用位置は、式 (9.1.10) 及び式 (9.1.11) により算出するものとする (図-9.1.15 参照)。

$$P = \frac{7}{12} k_h \cdot w_0 b h^2 \cdots \cdots \text{式 (9.1.10)}$$

$$h_g = \frac{2}{5} h \cdots \cdots \text{式 (9.1.11)}$$

ここに、 P : 構造物に作用する地震時動水圧 (kN)

k_h : レベル 1 地震動に対する設計水平震度

w_0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)

h : 水深 (m)

h_g : 地盤面から地震時動水圧の合力作用点までの距離 (m)

b : 地震時動水圧の作用方向に直角方向の躯体幅 (m)

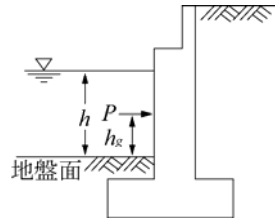


図-9.1.15 壁状構造物に作用する地震時動水圧

キ 浮力又は揚圧力 (U)

浮力は鉛直上向きに作用するものとし、構造物に最も不利になるように載荷するものとする。例えば、安定計算のうち、転倒、滑動に対しては考慮し、支持力計算の場合には無視する方法が望ましい。

ク 地震の影響 (EQ)

橋梁の設計に当たっては、地形・地質等の条件、構造特性、規模、重要度、立地条件等を考慮して耐震設計を行う。小規模農道橋の設計水平震度の算出は、震度法により行う。

(ア) 荷重

a 構造物自身に起因する慣性力

慣性力は、式 (9.1.12) により求める。

$$F_d = \frac{k_h F}{k_{h,unit}} \dots\dots\dots \text{式 (9.1.12)}$$

ここに、 F_d : 慣性力により生じる断面力 (kN 又は kN・m)

k_h : 設計水平震度

F : 上部構造及び耐震設計上の基盤面より上方の下部構造の重量に $k_{h,unit}$ の水平震度を乗じることにより算出した水平力を慣性力の作用方向に作用させた場合に生じる断面力 (kN 又は kN・m)

$k_{h,unit}$: 断面力 F の算出の際の水平震度 (=1.00)

b 慣性力の作用方向

慣性力の作用方向は、図-9.1.16 に示すように、直橋の場合には、橋軸方向及び橋軸直角方向とする。また、斜橋等で土圧の水平成分の作用方向が橋軸方向と異なる場合は、土圧の水平成分の作用方向及びそれに直角方向に慣性力を作用させるものとする。なお、斜角が大きい斜橋（一般に 60° 以上）の場合には、計算の簡便さを考えて直橋とみなして橋軸方向及び橋軸直角方向の慣性力を求め、これをそれぞれ土圧の水平成分の作用方向及びこれに直角方向の慣性力とみなしてもよい。

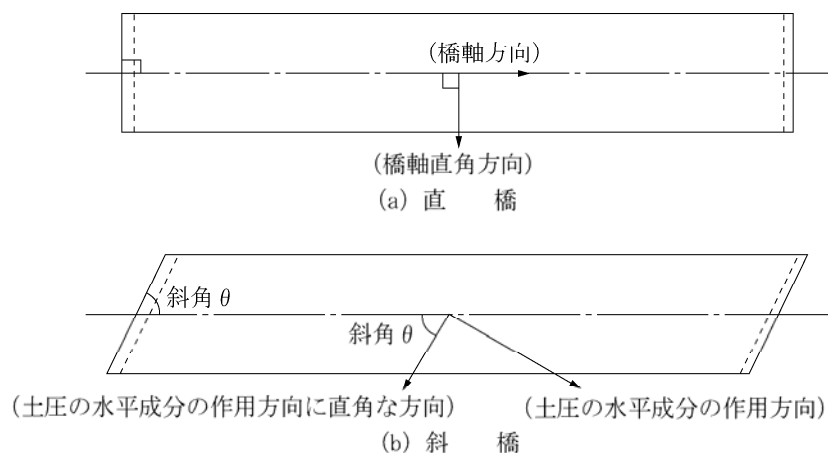
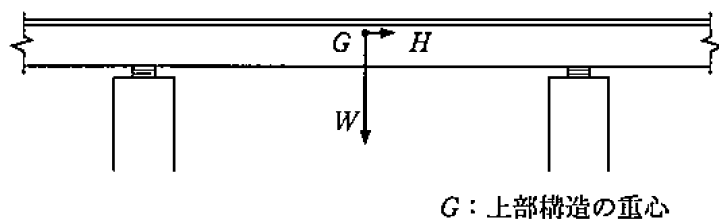


図-9.1.16 慣性力の作用方向

c 慣性力の作用位置

上部工による慣性力の作用位置は、橋軸方向の場合は支承底面とし、橋軸直角方向の場合は上部工の重心位置とする。ただし、斜橋における慣性力の作用位置は、いずれの方向に対しても上部工の重心位置とする。

図-9.1.17 上部構造における慣性力の作用位置⁷⁾

(イ) 設計水平震度

a 設計水平震度

橋台の設計水平震度は、式(9.1.13)により算出する。ただし、式(9.1.13)による値が0.10を下回る場合には、レベル1地震動の設計水平震度を0.10とする。

$$k_h = c_z \cdot k_{h0} \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.13)}$$

ここに、 k_h ：レベル1地震動の設計水平震度（四捨五入により小数点以下2桁とする）

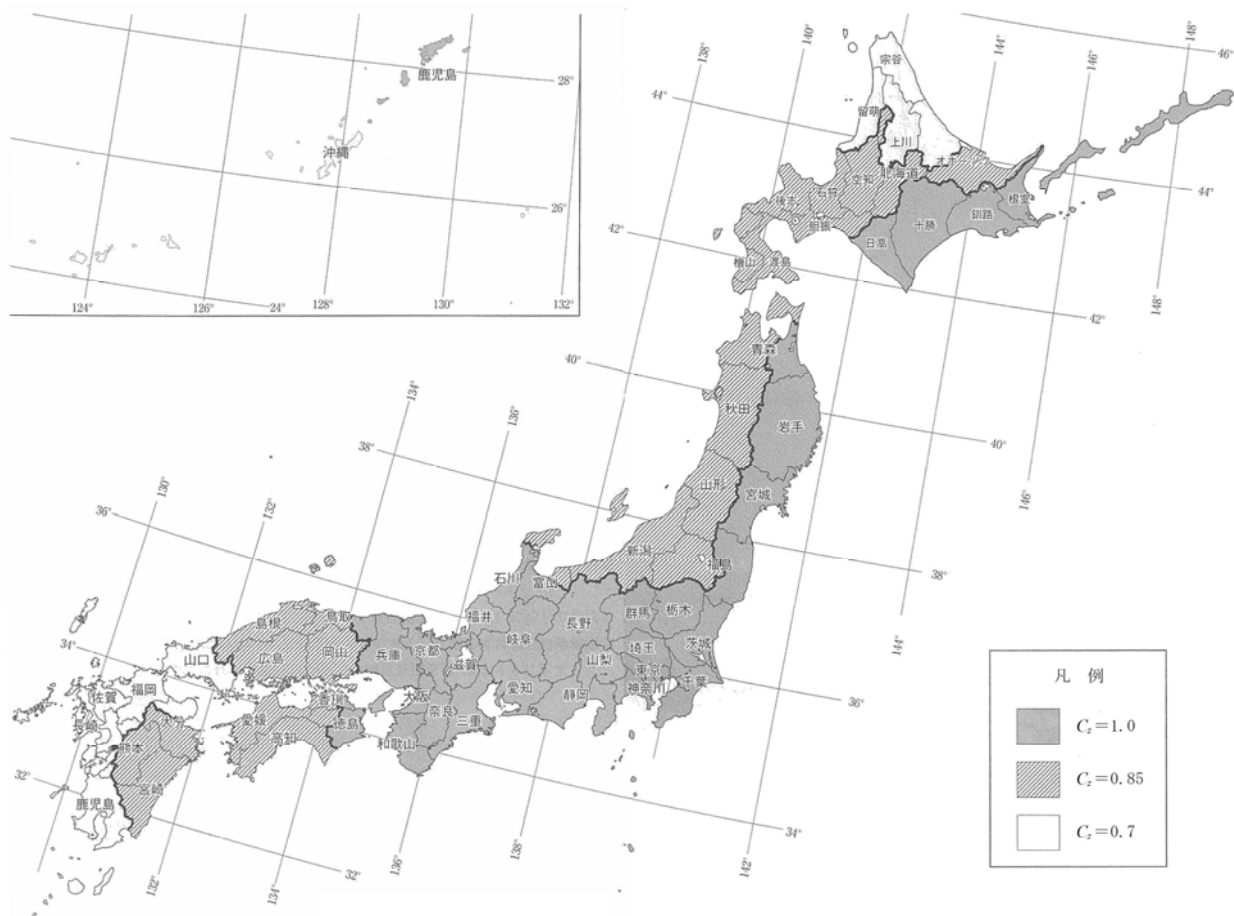
k_{h0} ：レベル1地震動の設計水平震度の標準値で、表-9.1.13 参照。

c_z ：次項に示す「道路橋示方書（V耐震設計編 3.4）」に規定するレベル1地震動の地域別補正係数

表-9.1.13 レベル1地震動の設計水平震度の標準値 k_{h0} ⁷⁾

地盤種別	固有周期 T (s) に対する k_{h0} の値		
Ⅰ種	$T < 0.10$ $k_{h0} = 0.431 T^{1/3}$ ただし、 $k_{h0} \geq 0.16$	$0.10 \leq T \leq 1.10$ $k_{h0} = 0.20$	$1.10 < T$ $k_{h0} = 0.213 T^{-2/3}$
Ⅱ種	$T < 0.20$ $k_{h0} = 0.427 T^{1/3}$ ただし、 $k_{h0} \geq 0.20$	$0.20 \leq T \leq 1.30$ $k_{h0} = 0.25$	$1.30 < T$ $k_{h0} = 0.298 T^{-2/3}$
Ⅲ種	$T < 0.34$ $k_{h0} = 0.430 T^{1/3}$ ただし、 $k_{h0} \geq 0.24$	$0.34 \leq T \leq 1.50$ $k_{h0} = 0.30$	$1.50 < T$ $k_{h0} = 0.393 T^{-2/3}$

なお、地域別補正係数については「道路橋示方書」によるものとする。

図-9.1.18 レベル1地震動の地域別補正係数の地域区分⁷⁾

(ウ) 地盤の液状化

河川工作物としての橋梁設計においては河川管理者との協議の上、液状化の検討を行う。小規模農道橋における液状化の検討については、「道路橋示方書（Ⅴ耐震設計編 7章地盤の液状化）」のレベル1に関する内容によるものとする。

ケ 雪荷重 (SW)

雪荷重を考慮する必要のある地方においては、雪荷重の設定に当たって、架橋地点の積雪状態や設定の前提となる除雪等の維持管理の条件を適切に考慮しなければならない。

(ア)、(イ)による場合には、上記を満足するとみなすことができる。

(ア) 十分圧縮された雪の上を自由に車両が通行する場合

活荷重に加えて 1 kN/m^2 を考慮する。

(イ) 積雪が特に多く自動車交通が積雪と同時に載荷されない場合

雪荷重として式 (9.1.14) を考慮する。

$$SW = P \cdot Z_s \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.14)}$$

ここに、 P : 雪の平均単位体積重量 (kN/m^3)

多雪地域においては一般に 3.5 kN/m^3 を見込めばよい。

Z_s : 設計積雪深 (m) で、通常の場合は架橋地点における再現期間 10 年に相当する年最大積雪深を考慮し、これに既往の記録や橋上での積雪状態を勘案し適切に定める。

(4) 荷重の組合せ

上部工及び下部工の設計に当たって考慮すべき荷重の組合せについては、限界状態設計法による場合には、想定する限界状態に応じて設定するものとする。また、許容応力度法による場合には、表-9.1.14 の荷重の組合せのうち、最も不利な組合せについて行う。

表-9.1.14 荷重の組合せ

荷 重 の 組 合 せ	
上部構造	1. 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重 2. 活荷重及び衝撃以外の主荷重+地震の影響
下部構造	1. 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重 2. 活荷重及び衝撃以外の主荷重+地震の影響

なお、この表は同時に作用する可能性が強い荷重の組合せのうち、構造物及び各部材に不利な影響を与える組合せを示したものである。

(5) 許容応力度法を用いる場合の参考値

以下に小規模農道橋としての許容応力度法の設定について示す。なお、河川工作物等の場合は河川管理者と協議の上、許容応力度法の数値を設定すること。

ア 無筋コンクリート部材の許容応力度

(ア) 許容圧縮応力度

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_{ck}}{4} = 4.5 \text{ N/mm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.15)}$$

ここに、 σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度 ($=18 \text{ N/mm}^2$)

(イ) 許容曲げ引張応力度

$$\sigma_{ta} = \frac{\sigma_{tk}}{7} = 0.25 \text{ N/mm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{式 (9.1.16)}$$

ここに、 σ_{tk} : コンクリートの設計基準引張強度 (JIS A 1113 によって定める)

(7) 許容支圧応力度

a 一般的載荷の場合

$$\sigma_{ba} = 0.3 \cdot \sigma_{ck} = 5.4 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{式 (9.1.17)}$$

特に、橋座面を鉄筋で補強した場合には、 σ_{ba} を 6.9 N/mm^2 まで高めてよい。

b 局部的載荷の場合

$$\sigma_{ba} = \left(0.25 + 0.05 \frac{A_c}{A_b} \right) \cdot \sigma_{ck} \cdots \cdots \text{式 (9.1.18)}$$

ただし、 $\sigma_{ba} \leq 11.7 \text{ N/mm}^2$

ここに、 A_c : コンクリート面の全面積 (mm^2)

A_b : 支圧を受けるコンクリート面の面積 (mm^2)

イ 鉄筋コンクリート部材の許容応力度

(7) コンクリートの許容応力度

a 許容圧縮応力度及び許容せん断応力度 (表-9.1.15)

河川工作物等の場合は河川管理者と協議の上、各応力度を決定すること。

表-9.1.15 コンクリートの許容圧縮応力度及び許容せん断応力度 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 (σ_{ck})		21	24
応力度の種類			
圧縮応力度 (σ_{ca})	曲げ圧縮応力度	8	9
	軸圧縮応力度	5.5	6.5
せん断応力度 (τ_a)	コンクリートのみでせん断力を負担する場合 (橋台)	0.42	0.45

b 許容付着応力度 (表-9.1.16)

表-9.1.16 コンクリートの許容付着応力度 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 (σ_{ck})		21	24
鉄筋の種類			
普通丸鋼		0.75	0.8
異形棒鋼		1.5	1.6

c 許容支圧応力度

$$\sigma_{ba} \leq \left(0.25 + 0.05 \frac{A_c}{A_b} \right) \cdot \sigma_{ck} \cdots \cdots \text{式 (9.1.19)}$$

ただし、 $\sigma_{ba} \leq 0.5 \sigma_{ck} = 10.5 \text{ N/mm}^2$

ここに、 σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度 (21 N/mm^2)

(イ) 鉄筋の許容応力度 (表-9.1.17)

表-9.1.17 鉄筋の許容応力度 (N/mm²)

鉄筋の種類		SD295	SD345 注1)
応力度、部材の種類			
引張応力度	1) 活荷重及び衝撃以外の主荷重が作用する場合 (はり部材等)	100	100
	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	2) 一般の部材 176	196 注2)
		3) 水中又は地下水位以下に設ける部材 157	176 注2)
	4) 荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値	176	196
	5) 鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合の基本値	176	196
	6) 圧縮応力度	176	196

注1) SD345 が適用できる構造物は次のような場合とする。

- ① 特に大規模で地震時が支配的となり、経済的で有利な場合
- ② 市場性により SD295 の入手が困難な場合
- ③ ひび割れ等に対する十分な検討を行う場合
- ④ 河川協議 (道路協議) 等による場合

注2) 次の場合、常時の SD345 の許容引張応力度は SD295 と同一とする。

- ① 道路協議 (河川協議) 等による場合
- ② たわみ、ひび割れの検討を行わない場合

(6) 荷重の組合せによる許容応力度の割増し

従荷重及び従荷重に相当する特殊荷重を考慮する場合の許容応力度は、基準の許容応力度に表-9.1.18 の割増し係数を乗じた値とする。

表-9.1.18 許容応力度の割増し係数

荷 重 の 組 合 せ	割増し係数
	鉄筋コンクリート構造 無筋コンクリート構造
1) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重	1.00
2) 活荷重及び衝突以外の主荷重+地震の影響	1.50