

第Ⅱ編
構造計画編

第1章 総則

1.1 構造計画の目的

構造物は、その目的に適合し、関連する法令等の規制を満足するとともに、経済的でなければならない。また、安全で利用し易く、環境に適合するとともに、維持管理が容易でなければならない。そのために、構造計画において最適な構造種別、形式を選定し、主要寸法等構造物の大要を定める。

【解説】

鋼構造物を含む構造物の性能照査型設計体系では、第I編に述べたように、設計・製作・架設のみならず、構造計画および維持管理を含めたライフスパン全体にわたる設計体系として捉える必要があり、本指針（試案）はそのような体系化を目指している。このようなことから本編を定める。

構造物の建設において、構造計画は構造物の種別、形式、形状、主要寸法等を定める作業であり、構造物の大要を決定するために行われる。構造計画は、一般に概略調査の後に行われ、事業の総額、工期、供用後の維持管理に影響を及ぼす重要な作業である。工事費、工期等は、構造計画の段階でほぼ決定されることから、十分な検討を行うことが重要である。

構造計画では、基本用件および要求性能を満たす最適な構造種別・形式を選定することが大事である。すなわち、その目的に適合し、関連する法令等の規制を満足するとともに経済的な構造種別・形式を選定しなければならない。また、安全で利用し易く、環境に適合するとともに、維持管理が容易な構造種別・形式を選定しなければならない。

1.2 構造計画において検討すべき事項

構造計画では、構造物をその目的に適合させるとともに、用途・機能、安全性、経済性・リサイクル性、使用性、社会・環境適合性、維持管理性、施工性等について検討する。この場合、他の構造形式との比較検討を十分に行なうものとする。

【解説】

(1) 構造計画にあたって考慮すべき事項

構造計画にあたっては、構造物をその目的に適合させるとともに、基本要件である①用途・機能の他、②経済性・リサイクル性について検討しなければならない。また、要求性能である③安全性、④使用性、⑤社会・環境適合性、⑥維持管理性の他、⑦施工性等について検討しなければならない。

以下、それぞれの検討項目ごとに留意すべき点を述べる。

① 用途・機能： 構造物を建設するには、構造計画の段階から、河川や他の路線等との交差条件、支えるべき荷重等の基本要件に十分に留意してその構造形式等を定める必要がある。特に、橋梁で河川や道路あるいは鉄道と交差する場合には法令等に基づく規制があり、協議が義務付けられている。その際、管理者から構造形式、支間割等について様々な要求が出される場合がある。したがって、河川管理構令や道路構造令などの内容や解釈を熟知した上で、構造計画を定めるとともに、計画を提示する必要がある。

② 経済性・リサイクル性： 構造計画において、経済性に優れた構造形式を選定することが極めて重要である。これまでは、初期コストを縮減することが求められたが、最近では、初期コストのほか維持管理

および更新費用を含めたライフサイクルコストが求められるようになった。また、構造物は将来交換されることが考えられることから、構造計画の段階で材料および構造系のリサイクル性についても検討しておくといよい。

③ 安全性： 構造計画で構造物の主要寸法を定める場合にも、常に構造安全性が確保されなければならない。

④ 使用性： 構造計画で構造物の主要寸法を定める場合にも、常に使用性が確保されなければならない。

⑤ 社会・環境適合性： 一旦構造物が建設されると、長期にわたって使用されることになる。したがって、沿線住民や構造物の利用者に不快感や圧迫感を与えるような構造形式を選定すべきではない。また、景観、騒音・振動、日照等、周辺環境との調和に十分に配慮して、構造形式を選定すべきである。

⑥ 維持管理性： 構造物は、設計供用期間中要求性能を満足させる必要がある（耐久性能）。そのためには、建設後に必ず維持管理が必要になる。構造計画のあたっては、できる限り維持管理の少ない構造形式を選定するのが望ましい。例えば、地盤条件の悪い地点に橋梁を建設する場合には、将来不同沈下による損傷が生じないような構造形式を選定する必要があり、鋼橋の場合には、架設環境を考慮し無塗装橋梁の採用や塗装橋梁における塗装系の選定に十分な検討を加える必要がある。また、点検や補修・補強等の維持管理のしやすい構造になるように配慮することも重要である。

⑦ 施工性： 河川のほか、道路あるいは鉄道と交差してその上に建設される橋梁などは、架設工法によって構造形式が制約を受ける場合が多く、その検討は重要である。また、地形条件の激しい箇所、都市部における狭隘な箇所、環境保全区域内等で、作業スペースに制限を受ける場合には、施工の良否が経済性にも大きく影響を及ぼすこと等を念頭において構造形式を検討する必要がある。

(2) 構造形式の比較

最適な構造形式を選定するためには、(1)に述べた事項について他の構造形式との比較検討を十分に行なう必要がある。例えば、橋梁の構造計画に際しては、経済性、施工性、環境との調和、あるいは支間や地盤条件を勘案して、鋼橋、RC橋、PC橋等の各構造形式を比較検討する必要がある。特に、実質的な経済性は、この段階で決定されることが多いと考えられることから十分な検討が必要である。なお、経済性の検討に際しては、初期コストのみならず維持管理費用を含めたライフサイクルコストを考慮することが重要である。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：構造計画の手引き（案）、1998年3月
- 2) 日本道路公団：設計要領第二集、平成10年7月

1.3 その他の考慮すべき事項

1.2の事項の他、工期、地盤条件について検討するものとする。

【解説】

1.2にあげた事項の他、工期、地盤条件に対しても、構造計画の段階で検討する必要がある。

(1) 工期

例えば、河川上の橋梁の場合には、渇水期の施工条件を考慮した下部工形式および上部工形式の選定、線路や道路上の橋梁の場合には、施工時間等の制約を考慮した上部工の選定など、構造形式が工期、ひいては経済性に大きく影響を及ぼすことがあることを念頭において構造形式を選定する必要がある。

(2) 地盤条件

構造計画の段階では、地盤条件等が精査されていない場合もある。しかし、一旦構造形式が選定されると、その後変更できない場合も多いので、傾斜地形、軟弱地盤等の特殊地盤条件下では、可能な限り精度の高い情報に基づいて構造計画を行う必要がある。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：構造計画の手引き（案），1998年3月

第2章 用途・機能に対する検討

2.1 用途・機能に対する検討

構造物の建設に際しては、構造計画の段階から、他の構造物等による制約条件、支えるべき作用（荷重）等の用途・機能に関わる基本要件を十分に考慮するものとする。

【解説】

本指針（試案）では、第I編総則に述べるように、構造物の用途・機能に関連するものや作業の安全、環境保全に関わるもの等で法令等の制約を受けるもの、あるいは経済性などを要求性能ではなく構造物の建設に際しての前提条件、すなわち基本要件として整理した。

本章では、これらの基本要件のうち、他の構造物等による制約条件、作用（荷重）を構造計画の段階から考慮することを定めた。

（1）他の構造物等による制約条件（法令等）

例えば、橋梁では、河川、道路あるいは鉄道と交差する場合には、法令等に基づく規制があり、協議が義務付けられる場合がある（表Ⅱ-2.1.1）。その際、管理者から構造形式、支間割等について様々な要求が出される場合がある。したがって、河川管理構造令や道路構造令など関連する法令の内容およびその解釈を熟知した上で、構造計画を定めるとともに計画を提示し、関係機関と協議を行う必要がある（表Ⅱ-2.1.2）

表Ⅱ-2.1.1 関連する法令と主な協議内容の例

法 律	内 容	
河 川 法	24 条	土地の占有の許可
	26 条	工作物の新設の許可
	27 条	土地の掘削等の許可
	55 条	河川保全区域における行為の制限
道 路 法	31 条	道路と鉄道の交差
	35 条	国の行なう道路の占用の特例
港 湾 法	37 条	港湾区域内の工事等の許可
港 則 法	31 条	工事等の許可

表Ⅱ-2.1.2 主な協議事項の例

関連構造物	事前に確認すべき主な事項	主な協議事項
河川	<ul style="list-style-type: none"> ・現況 ・河川改修計画の有無 ・施工可能期間等の施工条件 	径間長, 橋台の位置・底面高, 河川阻害率, 桁下空等頭, 護岸, (施工方法) 等
道路	<ul style="list-style-type: none"> ・現況 ・将来計画 ・埋設物等 	橋梁諸元, 付け替え道路, ・施工方法等
鉄道	<ul style="list-style-type: none"> ・現況 ・改良あるいは線増計画 	橋梁形式・諸元, 橋台・橋脚位置, 桁下空頭, (施工方法(鉄道防護工等)) 等

(2) 作用 (荷重)

作用 (荷重) は, 構造物に対する要求性能の一つとも考えられるが, 第Ⅰ編 総則編に述べたように, 本指針 (試案) では構造物の建設に際しての前提条件として予め与えられるものとして扱っている. 作用 (荷重) は構造物毎に定められており, 通常それらを用いばよい.

第3章 経済性・リサイクル性に対する検討

3.1 経済性・リサイクル性に対する検討

構造形式の選定にあたっては, 初期コストおよびライフサイクルコストの検討を行なうことを原則とする.

【解説】

構造計画において, 経済性に優れた構造形式を選定することが極めて重要である. これまでは, 初期コストを削減することが求められたが, 初期コストのほか, 維持管理および更新費用を含めたライフサイクル全体を考慮したライフサイクルコスト (以下, LCC) の検討も必要である. 経済性は, 構造計画の段階でほぼ決定されると考えられることから, 十分な検討が必要である.

構造物は, 定期的に維持管理を行なう必要があり, さらにその性能が要求性能を満足できなくなった場合には更新も必要になることから, 初期の建設コストに比べると維持管理コストや更新コストなど, インフラ整備後に発生するコストが非常に大きくなることが指摘されている. 特に, 更新時には, 施工の制約条件等によって初期建設コストの数倍のコストが必要になるという報告もある.

構造物の計画を行なう場合には, 初期コストによる評価のみならず, 計画当初から将来の維持管理コストや更新コストを予測して, それらを加えた評価を行うことが重要である. このような評価を行うことで, 以下のような効果が期待される.

- ① 必要な財源の予測を行ない, 財源の有効活用を図りながら事業を進めることができる.
- ② 将来の施設の運営, 補修, 更新の状況をあらかじめ考慮することにより, 不要なコストを削減することができる.

また, 鋼構造物の場合リサイクル性に優れており, 構造形式の選定にあたり, 鋼材および構造系のリサイクル性を考慮して検討することも重要である.

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：構造計画の手引き（案），1998年3月
- 2) 横山，齊藤，大村，続石：道路橋におけるライフサイクルコストの考え方と米国の事情，第1回鋼構造物の維持管理に関するシンポジウム資料集，1999年7月
- 3) 西川：ライフサイクルコストを最少とするミニマムメンテナンス橋の提案，橋梁と基礎，Vol.31，No.8，1997年8月

第4章 安全性に対する検討

4.1 安全性に対する検討

構造形式の選定にあたっては，第Ⅲ編第5章により，安全性に対する検討を行うものとする。

【解説】

構造計画では，構造形式およびその主要寸法を算定する。この場合，第Ⅱ編第5章に基づき，所要の安全性を満足させる必要がある。

第5章 使用性に対する検討

5.1 使用性に対する検討

構造形式の選定にあたっては，第Ⅲ編第6章により，使用性に対する検討を行うものとする。

【解説】

構造計画では，構造形式およびその主要寸法を算定する。この場合，1.2 に述べたように，第Ⅱ編第6章に基づき，所要の使用性を満足させる必要がある。

第6章 社会・環境適合性に対する検討

6.1 景観に対する検討

構造形式の選定にあたっては，景観に対する検討を行うことを原則とする。

【解説】

構造物は，多数の人の目につきやすいものが多く，景観的な配慮が必要である。景観に対する理解の仕方については，ばらつきが多いが，周囲の自然環境，都市環境との調和あるいは対比をいかにするかであり，また利用者あるいは近隣の住民に対して好感を与えるように配慮すべきである。

例えば，自然の谷や川などの付近に構造物を建設する場合には，その景観は変えられることになる。

したがって、建設関係者はその自然に対して責任を持つことになる。また、都市部に架設される橋梁などは、その付近に住む人々に密着した景観の構成要素になるためさらに配慮が必要になる。構造は100年以上利用されるものであり、その設計にあたっては、後世に残すものを造るという設計のポリシーをもって十分な配慮を行うことが重要である。

景観は、主観的かつ感覚的な要素の強い分野であるので、定量的な扱いは難しい。しかし、一般には以下のような点に配慮して構造形式を選定する必要がある。

① 力学的に明快な構造

力学的に明快な構造形式とは、力の大きさと流れを明快に表現した構造形式である。一般的には、不安定感、アンバランス感を与えないような形式にするのがよい。

② 周辺の状態に対応した構造形式

周辺の空間の大きさ、構造物に対する視点の位置、材質感、色彩の調和、あるいは周辺の土地利用の状態に対応した構造形式を選定する必要がある。

③ 構造形式の統一

構造形式は、できるだけ統一すると、すっきりとした印象を与える。道路や鉄道構造物のような線状の構造物で、構造形式を変化させる必要がある場合などでは、視界が分断されている箇所では構造形式を変化させるような配慮を行なうとよい。

④ 付属物に対する配慮

付属物（例えば、橋梁における遮音壁、配水管、落下物防止柵、標識等）については、構造物本体の景観を損なうことがないように、構造、仕様、材料および取り付け方法について計画段階から十分検討を行うのがよい。

⑤ その他

例えば橋梁では、支間割や橋脚の設置位置などに配慮する必要がある。前者の場合、上部工と下部工のバランスを取ることが重要である。また、後者の場合、河川や道路との交差条件、および上部工の経済的な支間割等によって決定されることが多いが、その場合にも景観的な配慮を忘れてはならない。

6.2 騒音・振動等に対する検討

構造形式の選定にあたっては、騒音、振動等に対する検討を行うことを原則とする。

【解説】

(1) 構造計画にあたっては、騒音に配慮するとともに、場合によっては騒音対策を行うことを考慮に入れる必要がある。この場合、構造物の建設地点によっては環境基準等が定められている場合があるので留意する必要がある。

(2) 構造物の振動が環境上問題になった事例が増えており、軟弱地盤上あるいは切り土区間上の橋梁などでは、問題になった例があるので注意する必要がある。

(3) また、都市部に建設する構造物等では、日照の影響を検討することが必要になる場合があるので注意が必要である。検討の結果、問題がある場合には、日陰により生じる損害等に係わる費用負担のみならず、構造計画の観点から構造物の高さ変更の可否についても検討することが必要になる場合もある。

(4) その他、工事中の振動、騒音、水質汚濁等に関する影響についても十分検討する必要がある。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：構造計画の手引き（案），1998.3
- 2) 日本鉄道建設公団景観設計検討部会：鉄道構造物景観設計の手引き（案），1997.2
- 3) 日本道路公団：設計要領第二集，平成10年7月

第7章 維持管理性に対する検討

7.1 維持管理性に対する検討

構造形式の選定にあたっては、建設後の維持管理に対する検討を行うことを原則とする。

【解説】

全ての構造物には維持管理が必要であり、構造計画にあたっては建設後の維持管理が容易になるように配慮しておく必要がある。

(1) 将来構造物を維持管理する上で生じる可能性がある事項については、下記に示すこれまでの事例等を参考に、構造計画の段階から配慮しておく必要がある。

① 構造物の沈下

構造物が完成後、設計では想定できなかったような沈下が生じ、様々な問題が生じた例もある。構造物の計画において、そのような問題が生じた構造物が付近にないか等について十分な調査が必要である。

② 振動，騒音

鋼構造物は薄肉構造であるため、想定外の振動，騒音が生じることがある。“板要素”が大きくなるような場合、剛性が小さい桁構造のような場合は注意が必要である。また、橋梁の支承部で、摩擦係数が大きくなると、温度変化による伸びに対して支承部が滑らかに追従せず一定の温度変化に達した時点で急激に移動しそれが騒音・振動の原因になる例などもあり注意が必要である。

(2) 塗装系等

鋼構造物では塗装するかあるいは無塗装にするかは、将来の維持管理に密接に関係するので、塗り替え等の維持管理費用を考慮した上で構造計画の段階から十分に検討する必要がある。無塗装にする場合には、海塩粒子の影響および凍結防止剤の散布状況について十分に検討することが重要である。また、塗装する場合にも塗り替えがあるので、塗装系の選択にあたっては環境条件に応じた適切な塗装系を選定する必要がある。

(3) 維持管理用設備に対する配慮

どんな構造物でも維持管理が必要であるが、構造形式によっては、検査等の維持管理に困難が伴う場合がある。構造計画の段階から、形式選定等において維持管理の容易さに配慮するとともに、維持管理用の空間の有無、維持管理用設備の設置等についても配慮が必要である。また、将来部分的な補修や交換等が考えられる場合には、そのための設備を設ける等の配慮を行うとよい。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：構造計画の手引き（案），1998年3月
- 2) 日本道路公団：設計要領第二集，平成10年7月

第8章 施工性に対する検討

8.1 施工性に対する検討

構造形式の選定にあたっては、施工性に対する検討を行うことを原則とする。

【解説】

他の構造物に近接する場合、例えば橋梁で他の路線を跨いで架設される場合等、構造物の形式によっては施工が困難な場合がある。構造形式の選定にあたっては、施工方法が構造形式にどのような影響を及ぼすかに留意して選定することが重要である。このとき、法令等により施工方法が種々の制約を受けるので（2章参照）、これを満足させる構造形式を選定する必要がある。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：構造計画の手引き（案），1998年3月
- 2) 日本道路公団：設計要領第二集，平成10年7月