

ISSN 0386 — 5878

土木研究所資料 第1653号

マイクロフィルム 第 号

土木研究所資料

中華人民共和国交通部標準

《道路施設耐震設計基準》(案)

1978・北京

昭和56年2月

建設省土木研究所
耐震研究室

Copyright © 55年度 by P. W. R. I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

序

中国の道路施設耐震設計基準（案）を訳出するに当っては中国の国費留学生蔣通氏（日本大学）と耐震研究室の研究員諸君が共同して作業を進めてきた。ここにその成果を得たので御紹介する。

この間、田治見宏教授（日本大学）、金屋敷忠儀技術調査官（建設省計画局）の御両氏の御支援を受けると共に土木研究センターの御協力を得たことを記して感謝の意を表わす次第である。

昭和56年2月

地震防災部長 栗 林 栄 一

中華人民共和國交通部部標準
《道路施設耐震設計基準》（案） 1978・北京

《道路施設耐震設計基準》の公布と試行を承認する件についての通知

(77) 交公路字1125号

毛主席の“戦争に備え、自然災害に備え、人民のために”に関する指示に基づいて道路施設の耐震設計をよくし、予防を主とする方針を貫くため《道路施設耐震設計基準》を承認し出版する。本基準は1977年10月1日から施行する。わが国の道路施設の震災経験と具体的な状況に従って、道路の級別と施設の重要性及び修復の難易によって道路施設の設計震度と必要とされる耐震性を規定し、道路の路線と架橋位置との選定及び地盤、盛土、構造物の耐震措置と驗算方法などについて適切な規定を作成した。これまで地震による被災現地の調査と試験研究はまだ不十分で道路施設の耐震性に関する資料はまだ蓄積に乏しく、多くの問題は今後の研究と総括を必要とし、逐次完全なものとされる。したがって本基準の試行中各事業所において資料の蓄積と経験の総括に留意し、将来の訂正のために意見と資料を北京交通部道路企画設計院まで送付されたい。

中華人民共和國交通部

1979年9月2日

目 次

第 一 章	総 則	1
第 二 章	路線、架橋位置と地盤	3
第一節	路線と架橋位置	3
第二節	地盤	4
第 三 章	耐 震 措 置	5
第一節	橋梁	5
第二節	盛土	9
第 四 章	地震荷重及び耐震強度と安定性の驗算	11
第一節	一般的な規定	11
第二節	地震荷重	11
第三節	耐震強度と安定性の驗算原則	17
付 録 一	けた橋脚の基本固有周期の近似式	18
付 録 二	単純アーチ橋の基本固有周期の近似式	19
付 録 三	基本的な記号	20
付 録 四	用語の定義	23
付 録 五	字句の意味	24

第一章 総 則

第 一 条 道路施設の耐震設計は必ず社会主義建設総路線を堅持し、“戦争に備え、自然災害に備え、人民のために”及び地震災害の予防を主とする方針に基いて、人民の生命と財産の安全と道路施設の完璧さを保障し、道路運輸の救災の作用を発揮する。道路施設は本基準によって耐震設計を行い、設計震度に相当する地震によって受ける被害が次の程度をこえてはならない。

- 一、一般の地域に建設される道路施設は基本的に被害を受けず、修復する必要があるか、または被害が軽微であり一般的な修復によってもとの設計で引き続き使用できる。
- 二、地震に危い地域、軟弱な粘性土層あるいは液状化の可能性のある土層に造られる道路施設は、被害が軽微であり一般的な修復により、あるいは被害が生じても短期の修復作業により車両が通行できる。

注釈：地震に危い地域とは次の地域を指す。

○活断層及びその周辺の地域

○地震時に大規模な地すべり崩壊などが起こる可能性のある不良地域

第 二 条 本基準は設計震度が7度～9度である二、三、四級道路の新設及び改良施設に適用する。一級及び設計震度10度または10度以上の道路施設については別途研究を行うべきである。

道路トンネルと沿線建築物の耐震設計はそれぞれ《鉄道施設耐震設計基準》と《工業と民用建築物耐震設計基準》の関係規定を参照のこと。

第 三 条 設計震度は道路施設の重要性和修復の難易によって基本震度に基づき、次のとおり定めるべきである。

- 一、二級道路施設と三級道路で耐震性が特に重要な施設に対して設計震度は基本震度を採るべきである。
- 二、三級道路の一般的な施設と四級道路で耐震性が特に重要な施設に対して設計震度は基本震度より1度低くしてもよい。ただし、基本震度が7度であるときはそれを低くできない
- 三、四級道路の一般的な施設は耐震設計を行わないか、または簡単な耐震措置を採ることができる。臨時道路施設に対しては、耐震設計を行わない。
- 四、政治、経済、国防に重要な三、四級道路施設の設計震度は二、三級道路と同じ位とする。
- 五、立体交差の跨道橋に対してその設計震度は下部の施設の設計震度より小さくすべきではない。
- 六、特に重要な道路施設について、国家の定めた審査制度によって申請し、承認されることによりその設計震度は基本震度より1度高められる。

注釈：耐震性が特に重要な施設とは、長大橋と破壊された場合、修復しにくい盛土、中小橋擁壁のような道路施設を指す。一般的な施設とはあまり重要でない盛土、中小橋、擁壁のような道路施設を指す。

第 四 条 本基準においては、耐震設計は一般に震度 8 度以上に対して行うが、次の道路施設に対しては 7 度以上を対称とする。

- 一. 地震時、大規模な地すべりと崩壊の可能性がある地域に造られる道路施設
- 二. 軟弱粘性土層、液状化の可能性がある土層に造られる道路施設
- 三. 連続橋、T 型剛性構造のような橋梁
- 四. 本基準第二十四条～第二十六条に定める耐震措置を採るべき道路施設

第 五 条 耐震設計はできるかぎり次の条件を満たす。

- 一. 耐震上有利な地域に路線を配置し、架橋位置を選定すること。
- 二. 地震による地盤変形あるいは地盤破壊が、道路施設に被害を与えることを避けるかまたは減少させること。
- 三. 被害を減少させ修復しやすいとの原則に基づいて、合理的に設計案を定めること。
- 四. 盛土の安定性と構造物の整体性を強化すること。
- 五. 適当に盛土ののり面と構造物の高さを低くし、合理的に構造物の自重を減らすこと。
- 六. 設計においては、施工の品質を保障する条件と措置を提示すること。

第 六 条 本基準によって耐震設計を行うとき、現行の道路に関する標準、基準の要求を同時に満足すべきである。

第二章 路線、架橋位置と地盤

第一節 路線と架橋位置

第七 条 路線の設計と架橋位置の選定をするとき、基本震度、地震活動状況と地域の地質構造などの資料を集め、地盤地質条件、水文地質と歴史地震状況の現地調査と探査を実施し、道路の耐震性に関する有利、不利および危険な地域を究明し、「悪条件を避け好条件を選ぶ」の考え方となるべく耐震上有利な地域に路線を配置し、架橋位置を選定する。

注釈：耐震上不利な地域とは、軟弱粘性土層、液状化の可能性のある土層、ごく均整でない土層と急な地形、突出部分、ゆるい岩土、破碎地帯と地下水が高く地表面排水が不良であるような地域を指す。

第八 条 路線の主方向と主な通過地点を定めるとき、なるべく基本震度が9度より高いところおよび地震時に交通中断の恐れがあるところを避けるべきである。

第九 条 路線の配置と架橋位置の選定をするとき、次の地域を回避した方がよい。

- 一、地震時に橋梁の安全を脅かす恐れがある小規模な地すべり崩壊地域
- 二、地震時に崩壊の恐れがある地下溝、穴と坑道地域
- 三、河床の地質が軟弱で、河道が深く洗掘されたような地域

第十 条 路線は、基本震度の9度より高い地域と耐震上危険な地域を通さなければならないとき、その影響範囲が比較的小さくて影響程度が比較的軽微である部分を通した方がよい。路線は地震断層を通さなければならないとき、破碎地帯の狭い部分に配置した方がよい。路線は地震断層に並行しなければならないとき、断層の下盤に配置した方がよい。そして路線は浅く掘削し、盛土を低くする設計案を用いた方がよい。架橋位置は地震断層を避けられないとき、全部の橋脚を断層の片側（下盤がよい）に設置し、あるいは支間のより小さくて橋脚のより低い単純げた橋を用いる。

第十一 条 地震時に谷の兩岸の地すべり崩壊によって、川を塞ぎ湖を形成する恐れがあるとき、氾濫と閉塞物の決壊の影響範囲を見込み、合理的に路線の高さと架橋位置を選定する。地すべり、崩壊によって川の水流通方向が変わり、河岸、橋梁橋脚と盛土の安全を脅かすとき、必要に応じた保護措置を採るべきである。

第十二 条 路線の設計は、合理的に技術基準を使って自然の平衡条件を破壊することなく、より多くの高低差を形成することを避け、高い橋脚、高い盛土、深くて長い堀割及び同じ山の片側ののり面での連続湾曲道路のような耐震上不利な設計案を採らない方がよい。山岳地帯はトンネル、洞門工などの耐震上有利な設計案を採用してよい。地盤条件と水文地質条件の悪い地域では、自然の平衡条件を破壊しないとともに、具体的な状況によって必要な盛土の保護措置と排水措置を採るべきである。地質の不良な峡谷地区では、切土をすることを避け、谷底の階段地と河

岸を利用して盛土あるいは川に沿う橋を造ることができる。しかし保護措置を強化すべきである。

第十三条 路線は、地震時崩壊により道路交通を妨げるような構造物を避けた方がよい。

第十四条 路線は、地震によって著しく交通を中断させる地域を避けられないとき、交通を維持する措置を採る。たとえば、なるべく付近の道路と連結し、古い道路橋、渡船口が利用できればそれらを保護して利用に備え、また特殊な需要があるときは一部の耐震用低標準の道路を造ることも考えられる。

第二節 地 盤

第十五条 地盤の主な支持層の中で軟塑とごく軟状態の粘性土層あるいはシルト層があり、そしてそれらの許容応力度が設計震度7度のとき 8t/m^2 より小さく、8度のとき 10t/m^2 より小さく、9度のとき 12t/m^2 より小さい場合は軟弱粘性土層とする。

第十六条 地表面から20mの範囲で飽和砂層あるいは粒径の 0.05mm より大きい粒子が総重量の40%以上である飽和軽砂質粘性土層があるとき、試験によって地震時に液状化の可能性があるかどうかを調査すべきである。飽和砂層が地震時液状化の可能性があるかどうかは標準貫入試験で判定する。深さ d_s での飽和砂は、標準貫入量 $N_{63.5}$ が次の式によって計算された N' より小さければ液状化の可能性があるとして認められる。

$$N' = \bar{N}' [1 + 0.125(d_s - 3) - 0.05(d_w - 2)] \quad (1)$$

ただし、 N' —飽和砂層の深さ d_s (m)、地下水の深さ d_w (m)のときの砂の液状化臨界貫入量
 $\bar{N}'$ — $d_s = 3\text{m}$ 、 $d_w = 2\text{m}$ のときの砂の液状化臨界貫入量で、設計震度7度のとき6、8度のとき10、9度のとき16である。

d_s —飽和砂層の深さ (m)

d_w —地下水の深さ (m)で、地下水と地上水とが直接つながっている場合は $d_w = 0\text{m}$ とする。

飽和軽砂質粘性土層が地震時に液状化の可能性があるかどうかは、試験と研究を行って判定すべきである。

第十七条 軟弱な粘性土層と液状化の可能性がある土層とは、直接路盤と構造物の地盤として使わない方がよい。避けられないときは、平面と深さ方向の分布状況を究明し、本基準第三章の関係規定によって耐震措置を採るべきである。

第三章 耐震措置

第一節 橋 梁

第十八条 大支間アーチ橋の主構はねじり剛性が大きく、整体性の良い断面形を用いた方がよい。たとえば箱型アーチ、プレートアーチなど。主構として組立て式の断面を用いるとき、横方向の連結と各部材の接合を強化して主構の構方向剛性と整体性を保障すべきである。双曲アーチ橋に対しては、なるべく主構の整体性を強化すべきである。たとえば部材と接合部の数を減少し、適当に補剛材を増設し、床版とアーチ主桁との接合強度を強化し、床版の横方向鉄筋網を増設してそれをアーチ主桁のアンカー鉄筋とつなぎ、主構の縦方向鉄筋を橋台支承にアンカーして主構と橋台の連結を強化する。

第十九条 長大橋は、弧形ヒンジ式と平ヒンジ式の2ヒンジ・プレートアーチを用いない方がよい。中小橋が弧形ヒンジ式と平ヒンジ式の2ヒンジ・プレートアーチを用いるとき、ずれと落橋の予防措置を採るべきである。たとえばアーチ支座斜面の長さを増加したり、落橋防止装置を設置したりする。

第二十条 れんが及びコンクリートのローゼ橋の上部構造は、橋台近くのアーチ部分に3ヒンジアーチを用いることができるが、他の部分は全部連続構造を用いた方がよい。

第二十一条 アーチ橋はなるべく上部構造物の重量を減らす。アーチ上側の充てん物の厚さは、双曲橋では30 cm より大きくすべきではなく、他の場合でも50 cm より大きくすべきではない。そして軽い充てん物を用いた方がよい。

第二十二条 設計震度が9度のとき、コンクリート及び鉄筋コンクリートの固定アーチに対してアーチ端部の上下側で適当な鉄筋で増強し、要求されるアンカー長に応じて橋脚（台）のけた受けに埋め込んだ方がよい。

第二十三条 設計震度9度のとき、アーチ橋橋台のアーチ受けは基準強度の 200 kg/cm^2 より小さくないコンクリートで打設すべきで、必要に応じて鉄筋を配置する。アーチ受けの断面は、橋軸直角方向の長さがアーチ主桁の厚さの $7/10$ より小さくすべきではなく、かつ40 cm より小さくすべきではない。

第二十四条 次の床版橋とけた橋に対しては、図1のようなずれ止め、ボルト連結、添接鋼板などの落橋防止措置を採るべきである。

- 一、設計震度7度と8度の長大、中橋
- 二、設計震度7度と8度で高さあるいは支間が10mより大きい小橋
- 三、設計震度9度のすべての床版橋とけた橋
- 四、軟弱粘性土層と液状化の可能性のある土層に造られるすべての床版橋とけた橋

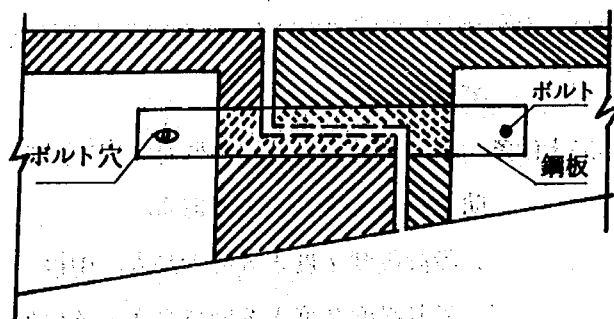
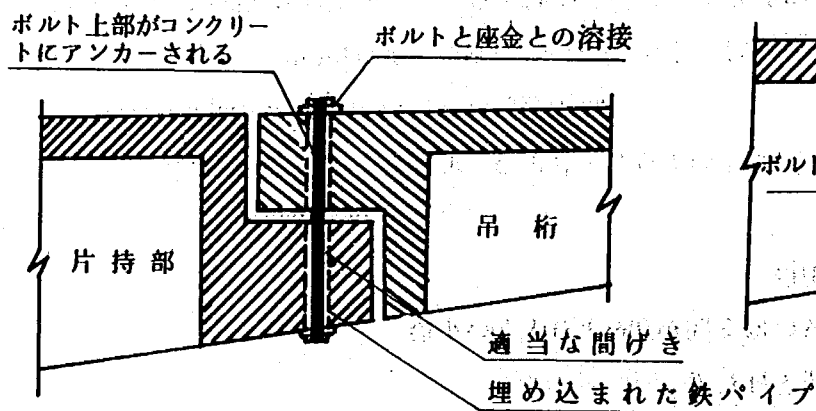
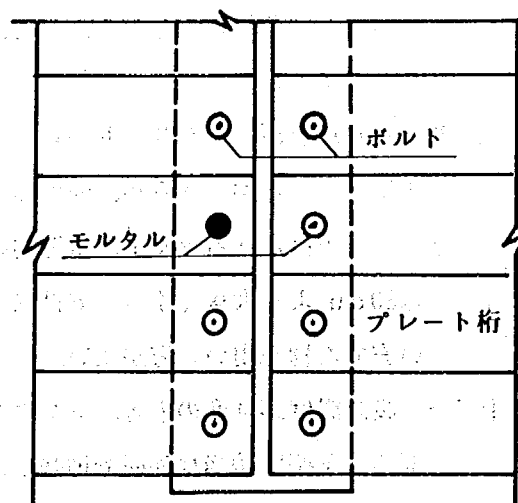
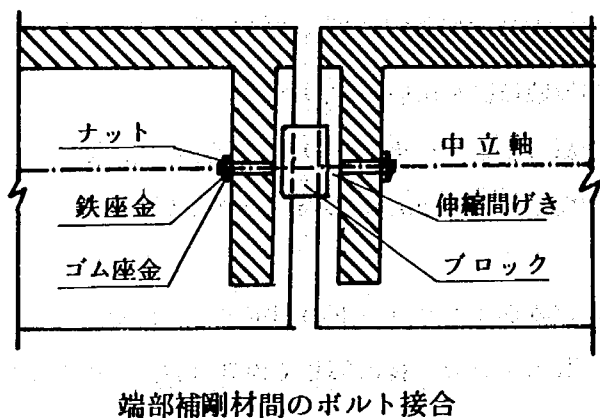
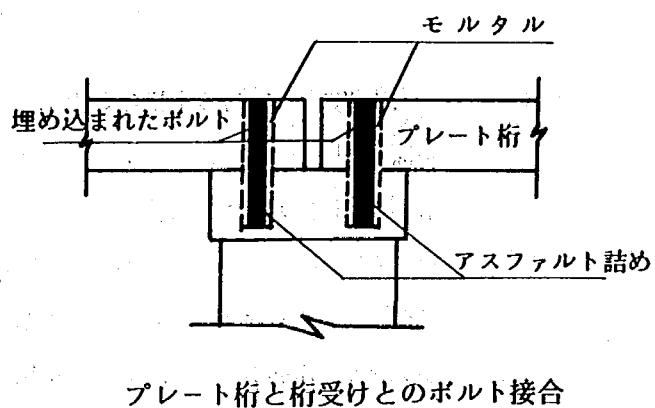
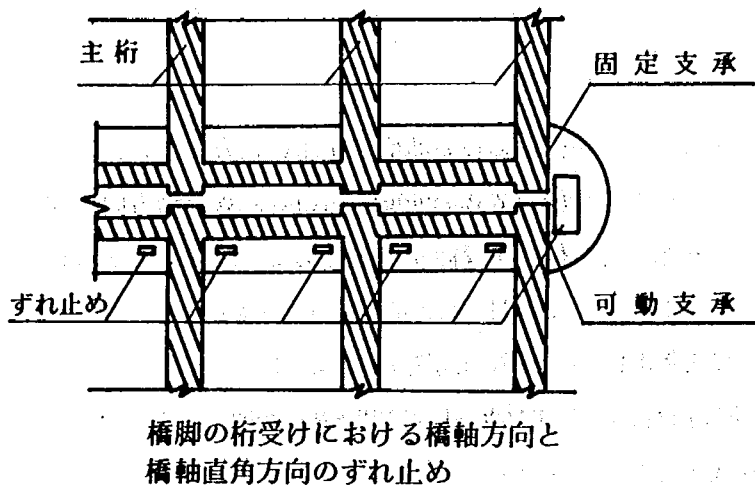


図1 落橋防止措置についての図

第二十五条 設計震度が、7度～9度のとき、けた受けのボルト、楔などは十分な耐震強度を持つべきである。可動支承に対しては、その変位と傾きが過大とならないよう制限する措置を採るべきである。設計震度が9度のときはさらに上下方向の変位を制限する措置を採るべきである。

第二十六条 設計震度が7度～9度のとき、けた橋支座の縁端から橋脚（台）の桁受けあるいは横ばりの縁端までの最小距離 d （図2）は表1のとおり採るべきである。アスファルト・フェルト支座を用いるときは、支座の中心から橋脚（台）の桁受けあるいは横ばりの縁端までの距離は25 cmより小さくすべきではない。吊桁と片持部との接合長さ d' は、60 cmより小さくすべきではない。

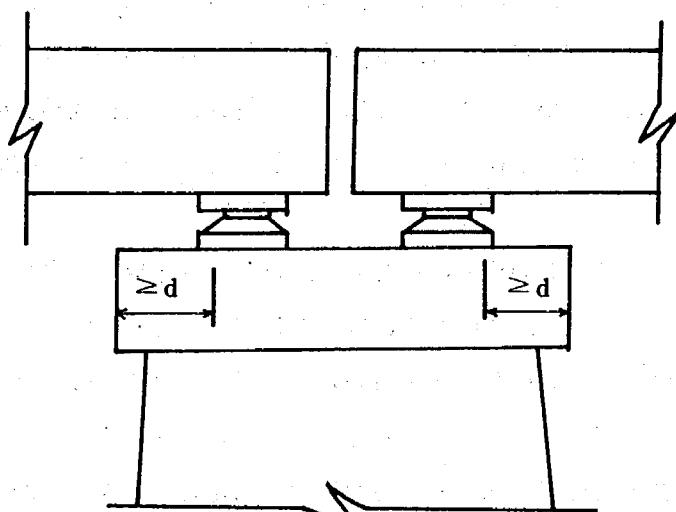


図2 けた橋支座の縁端から橋脚（台）の桁受けあるいは横ばりの縁端までの最小距離 d

表 1

支間 (m)	10～13	16～20	25～30	40
d	25	30	35	40

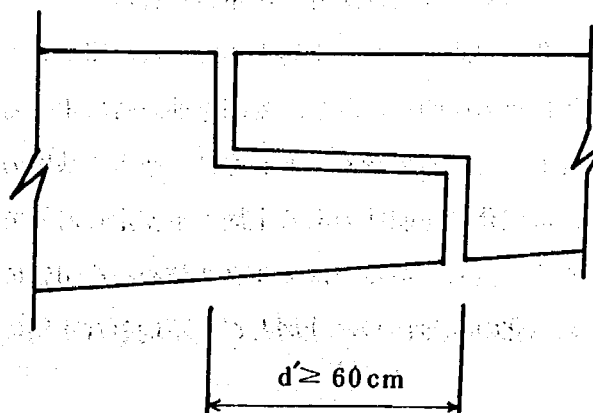


図3 吊桁と片持部との接合長さ d'

第二十七条 連続げた橋に対しては、固定支承の橋脚が過大な力を受けないようにするために上部構造による水平地震荷重を各橋脚が共同して受け持つような措置を採った方がよい。

第二十八条 高さが7mより大きい杭式橋脚に対しては、横げたを設置すべきである。杭式橋脚と柱式橋脚との縦方向剛性を高めるために、具体的な状況に応じて杭、柱の径を増大し、あるいは杭もしくは柱を二例にした方がよい。

第二十九条 設計震度が9度のとき、高さが10m以上の橋脚はコンクリートあるいは鉄筋コンクリート構造を採った方がよい。

第三十条 設計震度が9度のとき、頂版の厚い杭式橋脚（台）に対しては、斜杭を設置した方がよい。

第三十一条 杭式橋脚と柱式橋脚に対しては、杭（柱）と横ばりあるいはけた受けとの接合部の配筋は杭（柱）の最大配筋より小さくすべきではない。杭式橋脚と柱式橋脚の断面変化部分は、こう配2：1～3：1の変断面を作った方がよい。施工しにくいとき、断面変化のところで鉄筋を増設する。

第三十二条 れんがとコンクリートの橋脚に対しては、けた受けと橋脚（台）との接合部、橋脚（台）と基礎との接合部、断面の急変部および施工継目でのせん断強度を高めるべきである。

第三十三条 橋台は、整体性の強い構造形式を用いた方がよい。たとえばU型橋台、箱型橋台、軽質橋台など。杭式橋台に対しては、埋め戻し方式を採った方がよい。

第三十四条 橋台胸壁の強度を適当に強化した方がよい。肩部とけた端との間には、充てん材を詰めた方がよい。たとえばアスファルト、フェルト、ゴムなど。

第三十五条 橋台背後とのり面の盛土は砂質土を用いない方がよい。

第三十六条 れんがとコンクリートの橋脚とアーチの最低モルタル基準強度は、現行の《道路、橋梁、トンネル設計基準》で要求されている強度より一級高めるべきである。

第三十七条 構造物の基礎は、岩盤あるいは固い土層においた方がよい。構造物の基礎の底面は一般に平面とし、基礎を岩盤におくときだけ階段式が用いられる。

第三十八条 軟弱粘性土層、液状化の可能性がある土層と不安定な河岸で大中橋を造るとき、適当に橋の長さを増加して合理的に橋の径間を配置し、橋脚を地震時にすべる可能性のある河岸のり面あるいは地形の急に変わるところに造ることを避け、適当に基礎の剛性と根入れの深さを増加する。軟弱粘性土層、液状化の可能性がある土層と不安定な河岸で小橋を造るときは、二つの橋脚の基礎の間にはりを設置し、あるいはモルタル詰め石を川床に敷く。

第三十九条 軟弱粘性土層、液状化の可能性がある土層とごく不均整な土層には不静定構造の長大橋を造らない方がよい。

注釈：ごく不均整な土層とは岩性、土質、層の厚さ、分界面などが水平方向で大きく変化する土層を指す。

第四十条 構造物の基礎を軟弱粘性土層あるいはごく不均整な土層におくときは、具体的な状況に応じて次の措置を採るべきである。

一、土置換あるいは砂杭を用いる。

二、荷重を減少させ、基礎面積を増大させる。

三、基礎の偏心を減少させる。

四、杭基礎あるいはケーソン基礎を用いる。

第四十一条 構造物の基礎を液状化の可能性がある土層におくときは、基礎の剛性を増加し、液状化土層を通して十分に安定な土層に達する深い基礎を用いた方がよい。可能な場合は斜杭を用いた方がよい。

第二節 盛 土

第四十二条 砂利土、普通の粘性土、玉石、風化しにくい石などの材料は路盤の盛土として使われる。圧密度は現行の関係基準の要求を満たすべきである。砂質土で盛土を造るときは、適当な対策工法を採用して圧密をし、そののり面を強化すべきである

第四十三条 こう配が1:3より大きい安定な斜面で盛土をするときは、現行の関係基準に基づいて盛土する外に、具体的な状況を見て上側のり面の排水と下側の支持との措置を採るべきである。

第四十四条 軟弱な粘性土層と液状化の可能性がある土層に盛土をするとき、具体的な状況を見て適当な措置を採る。たとえば土置換、反圧護道、盛土の高さを低くし、地下水位を低くし、盛土箇所から離れたところに土採場を設定し、掘削は浅く広くして土採場と盛土との間の地表面の植物を保護する。

第四十五条 岩のあまりゆるくない地域と路盤方向に傾斜した軟弱構造面流れ盤のない地域で路盤を掘削するとき、高さが10m以上の岩掘削のり面のこう配は表2のとおり採れる。

表2 高さが10m以上の岩掘削のり面のこう配

岩の種類	設計震度	
	8	9
風化岩	1:0.6~1:1.5	1:0.75~1:1.5
一般的な岩	1:0.1~1:0.5	1:0.2~1:0.6
堅い岩	1:0.1~直立	1:0.1~直立

第四十六条 岩のごくゆるい地域と路盤方向に傾斜した軟弱構造面流れ盤のある地域で路盤を掘削するときは、具体的な状況を見て軟弱面に沿って掘削し、あるいは支持、アンカーなどによる措置を採るべきである。路盤上での不安定な石は除去すべきである。

第四十七条 岩のごく風化した地域で設計震度が9度のときは、切土は爆破によらない方がよい。

第四十八条 石積擁壁の高さは、設計震度8度のとき5mより大きくすべきではなく、設計震度9度のとき3mより大きくすべきではない。モルタル詰め石積擁壁のモルタル最小基準強度は現行の関係基準より一級高めるべきである。

第四十九条 軟弱な粘性土層と液状化の可能性がある土層に擁壁を造るときは、具体的な状況に応じて土

置換、底面積の増大、杭基礎などの強化措置を採るべきであり、あるいはアンカー式擁護のような軽い構造を採用する。

第四章 地震荷重及び耐震強度と安定性の驗算

第一節 一般的な規定

第五十条 橋梁、擁壁などの構造物は、一般に耐震強度と安定性の驗算をすべきである。盛土は必要に応じて耐震安定性を驗算する。

驗算をするとき、橋梁に対しては一般に水平方向地震作用のみ考え、橋軸方向と橋軸直角方向の二方向でそれぞれ驗算する。盛土と擁壁は路線の直角方向の地震作用のみ考える。次の構造物は耐震強度と安定性の驗算をしなくてもよい。

一、単純げた橋の上部構造

二、設計震度が9度より低く基礎が岩盤あるいは安定土層にあり、支間が30mより小さい単純プレートアーチ

第五十一条 ラーメン橋、大きい支間の片持式橋とプレストレスコンクリートT型剛性構造などの橋梁は、鉛直方向の地震作用についても驗算すべきである。驗算するときは、水平方向地震荷重と鉛直方向地震荷重の共同作用のもっとも不利な状況を考えるべきである。鉛直方向地震荷重を計算するとき、鉛直地震係数 k_v は水平地震係数 k_h の $2/3$ を採って上下両方向を考えるべきである。

第五十二条 本基準によって耐震強度と安定性を驗算するとき、地震荷重は死荷重と組合わせるべきであり、他の荷重と外力（水の浮力を除いて）はすべて考えない。

第五十三条 本基準によって耐震強度と安定性を驗算するとき、季節的な浸水はその影響を考えなくてもよいが、常時浸水のある盛土と構造物はその水位によって水の浮力を計算すべきである。

第五十四条 液状化の可能性のある土層に造られる構造物の驗算をするとき、一般に液状化の可能性のある土層の地耐力を考えないが、液状化の可能性のある土層の下の土層の地耐力を計算するときには液状化の可能性のある土層の重量を考えるべきである。

第二節 地震荷重

第五十五条 橋梁橋脚の橋軸方向及び橋軸直角方向の水平地震荷重は、一般に次式によって計算すべきである。構造計算図は図4のとおりである。

一、杭式橋脚と直接基礎の柱式橋脚

$$P_d = c_1 \cdot k_h \cdot \beta \cdot W_h \quad (2)$$

二、実体橋脚と頂版の厚い杭式橋脚

$$P_l = c_1 \cdot k_h \cdot \beta \cdot r_1 \cdot X_{l(i)} \cdot W_l \quad (3)$$

三、頂版の薄い杭式橋脚は躯体の形によって(2)あるいは(3)式で計算する。

ただし、

c_s — 総合影響係数で、表3のとおり採る。

k_H — 水平地震係数で、表4のとおり採る。

β — 橋脚計算方向の基本固有周期（本基準の付録一による）に応じたスペクトル値で、図5のとおり採る。

W_H — 橋脚の天端での置換質点重量（t）

$$W_H = W_0 + W_1 + \eta_H \cdot W_2$$

W_0 — 橋軸方向の地震荷重を計算するときは橋脚天端の固定支承の支持する一つのけたの重量（t）、橋軸直角方向の地震荷重を計算するときは隣り合う二つのけたの重量の半分（t）

W_1 — 横ばりの重量（t）

η_H — 杭（柱）の重量置換係数で、橋軸方向の地震荷重を計算するときは0.24、橋軸直角方向の地震荷重を計算するときは0.37である。

W_2 — 杭の地表面下の最初の中立点以上の杭重量、あるいはフーチング天端以上の柱の重量（t）

r_1 — 橋軸方向あるいは橋軸直角方向の第一次振動形の刺激係数

$$r_1 = \frac{\sum_{i=0}^n X_{1(i)} \cdot W_i}{\sum_{i=0}^n X_{1(i)}^2 \cdot W_i}$$

$X_{1(i)}$ — 第一次振動形の*i*質点での相対水平変位で、直接基礎の実体橋脚に対しては橋軸方向及び橋軸直角方向とも $X_{1(i)} = H_i / H$ 、頂版のない杭式橋脚に対しては $H/B > 5$ のとき $X_{1(i)} = H_i / H$ （一般に橋軸直角方向に適用する）、 $H/B \leq 5$ のときは $X_{1(i)} = \sqrt{H_i / H}$ （一般に橋軸直角方向に適用する）とする。

H — 橋脚の計算高さ、すなわち杭の地表面下の最初の中立点あるいは基礎天端から橋脚天端までの鉛直距離

H_i — 杭の地表面下の最初の中立点あるいは基礎天端から各質点までの鉛直距離

B — 計算方向の橋脚の最大幅（m）、図6のとおり採る

$W_{i=0}$ — すなわち W_0

$W_{i=1,2,\dots}$ — 橋脚の各質点の重量（t）

P_d — 横ばりの天端に働く水平地震荷重（t）

P_i — *i*質点に働く水平地震荷重（t）

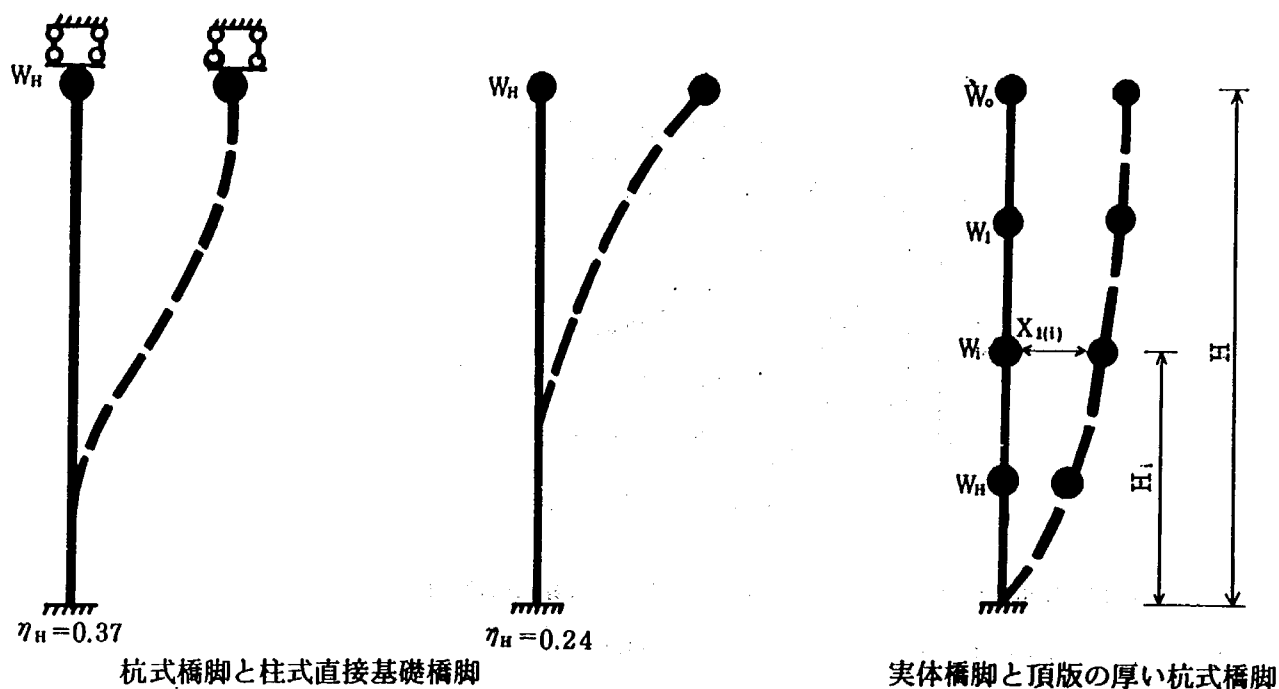


図4 構造計算図

表3 総合影響係数 c_1

橋梁と橋脚の種類		橋脚の計算高さ (m)		
		$H < 10$	$10 \leq H < 20$	$20 \leq H < 30$
けた 橋	杭式橋脚と柱式 直接基礎橋脚	0.25	0.30	0.35
	頂版の厚い杭式橋脚	0.25	0.30	0.35
	直接基礎の実体 橋脚	0.20	0.25	0.30
アーチ橋		0.35		

表4 水平地震係数 k_H

設計震度	7	8	9
k_H	0.1	0.2	0.4

多層土に対して構造物がⅠ類土に支えられるときはⅠ類とし、Ⅱ、Ⅲ類土に支えられるときは構造物の所在地の地表面下20mの範囲での土層の総合評価によってⅡ類あるいはⅢ類とする(杭基礎に対しては、上の部分の土層の影響が大きく下の部分の土層の影響が小さい場合、厚さの大きい土層の影響が大きく厚さの小さい土層の影響が小さいという原則に従って評価する。他の基礎に対しては考えるべき深さを適当に深くする)。

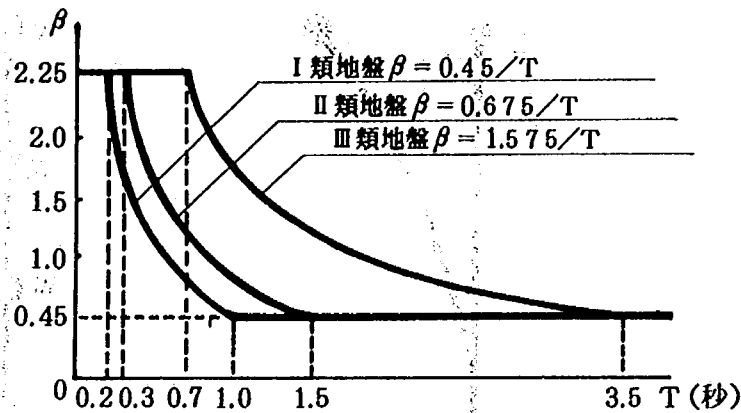


図5 スペクトル β 値

注釈：現場地盤は構造物を支える土層を指し、三種類に分類される。

I類：わずかな風化または一般的な風化の岩盤

II類：I，III類以外の一般的な安定土

III類：飽和のゆるい砂質土，軟塑とごく軟状態の粘性土・シルトなど

第五十六条 単純アーチ橋の耐震強度と安定性の驗算は，アーチ面内と面外との二つの状況について行うべきである。アーチ軸線の各点に働く地震荷重は次式によって計算すべきである。

一、アーチ面内

橋軸方向の水平地震による鉛直地震荷重（t/m）

$$P_{vi} = c_z \cdot k_H \cdot \beta \cdot r_v \cdot w_i \quad (4)$$

橋軸方向の水平地震による水平地震荷重（t/m）

$$P_{hi} = c_z \cdot k_H \cdot \beta \cdot r_H \cdot w_i \quad (5)$$

二、アーチ面外

橋軸直角方向の水平地震荷重（t/m）

$$P_{zi} = c_z \cdot k_H \cdot \beta \cdot r_z \cdot w_i \quad (6)$$

ただし、

c_z — 総合影響係数で、表3のとおり採る。

k_H — 水平地震係数で、表4のとおり採る。

β — アーチ面内と面外の基本固有周期（本基準の付録二による）に応じるスペクトル値で、図5のとおり採る。

r_v — アーチ面内鉛直方向の刺激係数で、

$$r_v = \xi_r \sin \frac{2\pi s_i}{s}$$

ξ_r — アーチ面内鉛直方向の刺激係数の計算係数、表5のとおり採る。

s_1 — アーチの端部から計算点までのアーチ軸線の弧の長さ (m)

s — アーチ軸線の弧の全長 (m)

r_H — アーチ面内水平方向の刺激係数で、表5のとおり採る。

r_z — アーチ面外の刺激係数で、

$$r_z = \frac{2}{3} \left(1 - \cos \frac{2\pi s_1}{s} \right)$$

W_1 — アーチ上の構造物の重量を含む弧の単位長さ当りの重量 (t/m)

表5 固定アーチと2ヒンジアーチの ξ_r と r_H

係 数	ア ー チ の 高 さ と 支 間 の 比					
	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/10
ξ_r	0.70	0.67	0.63	0.58	0.53	0.45
r_H	0.46	0.35	0.27	0.21	0.17	0.12

第五十七条 盛土、擁壁および橋台の水平地震荷重は次式によって計算する。

一. 盛土

$$P_1 = c_z \cdot k_H \cdot W_1 \quad (7)$$

二. 擁壁と橋台

$$P_s = c_z \cdot k_H \cdot W_s \quad (8)$$

ただし、

c_z — 総合影響係数で盛土、擁壁に対しては0.25、橋脚に対しては0.35である。

k_H — 水平地震係数で、表4のとおり採る。

W_1 — 計算する土塊の重量 (t)

W_s — 基礎天端以上の擁壁あるいは橋脚の重量 (t)

P_1 — 盛土の計算土塊の重心に働く水平地震荷重 (t)

P_s — 擁壁あるいは橋台の重心に働く水平地震荷重 (t)

注釈：○岩盤に造られる擁壁と橋脚に対しては、その水平地震荷重として(8)式による計算結果の80%を採る。

○固定支承のある橋脚を驗算するときは、上部構造物によって固定支承を通じて橋脚の天端に働く水平地震荷重を考えるべきで、その値は(8)式によって決められる。 W_s は1支間のけたの重量である。

第五十八条 地震時に擁壁と橋台に働く主動土圧は一般に次式によって計算する。

$$E'_A = r \cdot H^2 \cdot \frac{\cos^2(\phi - \epsilon - \theta)}{2 \cos \theta \cdot \cos^2 \epsilon \cdot \cos(\delta' + \epsilon + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta' + \phi) \cdot \sin(\phi - \psi - \theta)}{\cos(\delta' + \epsilon + \theta) \cdot \cos(\epsilon - \psi)}} \right]^2} \quad (9)$$

橋台と道路の擁壁に対しては、次の簡易式によって計算してもよい。

$$E'_A = (1 + 3 c_s \cdot k_H \cdot \tan \phi) E_A \quad (10)$$

ただし、

r — 土の単位体積重量 (t/m^3)

H — 擁壁あるいは橋台の高さ (m)

ϕ — 土の内部摩擦角 (度)

ϵ — 擁壁あるいは橋台の背面と鉛直線とのなす角度 (度) で、仰角のとき“+”俯角のとき“-”である。

θ — 地震角 (度) で表 6 のとおり採る。

δ' — 擁壁あるいは橋台の背面と盛土との摩擦角 (度)

ψ — 擁壁背面の盛土と水平面とのなす角 (度)

c_s — 総合影響係数で、第五十七条の規定による。

k_H — 水平地震係数で、表 4 のとおり採る。

E_A — 常時壁あるいは橋台の背面に働く単位長さあたりの主動土圧 (t/m)

E'_A — 地震時壁あるいは橋台の背面に働く単位長さあたりの主動土圧 (t/m) で、作用点と方向は常時同じである。

表 6 地震角 θ

設計震度	7	8	9
θ	$1^\circ 30'$	3°	6°

第五十九条 支承、アンカーなどの重要な接合部の耐震強度を驗算するときは、一般に橋軸方向の水平地震荷重はすべて固定支承に働くものとし、橋軸直角方向の水平地震荷重は固定支承と可動支承に働くものとする。地震荷重は次式によって計算すべきである。

$$P_t = 1.3 k_H \cdot W_t \quad (11)$$

ただし、

k_H — 水平地震係数で、表 4 のとおり採る。

W_t — 固定支承を驗算するときは 1 支間のけたの重量 (t) で、可動支承を驗算するときは

1支間のけたの重量の半分(t)である。

P_t — 驗算するときに用いる水平地震荷重(t)

第三節 耐震強度と安定性の驗算原則

第六十条 構造物の耐震強度を驗算するときの材料の許容応力度は、一般に現行の《道路、橋梁、トンネル設計基準》の規定より50%高くすることができる。鉄筋コンクリート構造については、コンクリートの許容引張応力度を現行の《道路、橋梁、トンネル設計基準》の規定より30%高くすることができる。

第六十一条 地盤の耐震強度を驗算するときの地盤と摩擦杭の許容地耐力は、現行の《道路、橋梁、トンネル設計基準》の規定に従い、表7の増幅係数によって高くすることができる。

表7 許容地耐力の増幅係数

地 盤	増 幅 係 数	
	直 接 基 礎	摩 擦 杭
岩 盤	1.5	—
一 般 的 な 安 定 土	1.25~1.5	1.0~1.2
飽和のゆるい砂質土、軟塑とごく軟状態の粘性土・シルト	1.0	1.0

第六十二条 れんが、コンクリート構造の断面および基礎の底面の合力偏心距離eは次の条件を満たすべきである。

一、中小支間のアーチと他の構造の断面（長方形あるいは他の円形でない断面）に対して

$$e \leq 0.8y$$

二、基礎の底面に対して

$$\text{岩盤 } e \leq 0.8y \text{ あるいは } 2.4\rho$$

$$\text{一般的な安定土 } e \leq 0.4y \sim 0.55y \text{ あるいは } 1.2\rho \sim 1.65\rho$$

飽和のゆるい砂質土、軟塑とごく軟状態の粘性土・シルトなど

$$e \leq 0.3y \text{ あるいは } 1.0\rho$$

注釈：yは断面の重心から偏心側の縁端までの距離で、 ρ は断面の核半径である。

第六十三条 擁壁と橋脚の耐震安定性を驗算するときは、すべりに対する安全率は1.1より小さくすべきではない。転倒に対する安全率は1.2より小さくすべきでない。盛土とそののり面の耐震安定性を驗算するときの安全率は1.1より小さくすべきではない。

付録一 けた橋橋脚の基本固有周期の近似式

けた橋橋脚の基本固有周期は、測定、実験あるいは理論計算によって求める。

種々の橋脚の基本固有周期は一般に次の近似式によって計算する。

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{W_H \cdot \delta}{g}} \quad (\text{付1})$$

ただし、

W_H — 橋脚の天端での置換質点の重量 (t) である。杭式橋脚と直接基礎上の柱式橋脚に対しては $W_H = W_0 + W_1 + \eta_H \cdot W_2$ 、実体橋脚に対しては $W_H = W_0 + 0.3 W_1'$ 、頂版の厚い杭式橋脚に対しては $W_H = \sum_{i=0}^n W_i \cdot X_{1(i)}^2$ 。ここで、 W_i は基礎の天端から橋脚の天端までの躯体の重量であって、他の記号は第 55 条の規定と同じである。

δ — 橋脚の天端に単位水平力を作用させたときの橋脚天端の水平変位 (m/t) で、橋軸方向と橋軸直角方向について別々に計算すべきである。実体橋脚の橋軸直角方向の基本固有周期を計算するときはせん断変形を考えるべきで、変断面の実体橋脚に対しては平均断面を用いて計算する。

g — 重力加速度 (m/sec²)

T_1 — けた橋橋脚の基本固有周期 (sec)

付録二 単純アーチ橋の基本固有周期の近似式

(一) アーチ面内

等断面の円形アーチの基本固有周期は次の近似式によって計算する。等断面の懸垂線アーチ、放物線アーチなどの基本固有周期は、同じアーチ高さ支間比の等断面円形アーチのように算出する。

$$T_1 = \xi_T s^2 \sqrt{\frac{w}{E \cdot I \cdot g}} \quad (\text{付2})$$

ただし、

ξ_T — 単純アーチ橋の基本固有周期の計算係数である。2ヒンジアーチに対しては、

$$\xi_T = \frac{\sqrt{4\pi^2 + 3\varphi^2}}{4\pi^2 - \varphi^2},$$

固定アーチに対しては、

$$\xi_T = 2\pi \sqrt{\frac{1 + 0.0615\varphi^2}{3827 - 91\varphi^2 + \varphi^4}},$$

代表的なアーチ高さ支間比の ξ_T は付表1のとおり採る。

φ — 円形アーチ軸線の弧の全長に対応する中心角（弧度）

w — アーチ上の構造物を含む弧の単位長さあたりの平均重量（t/m）

E — アーチ材料のヤング率（t/m²）

I — アーチの断面二次モーメント（m⁴）

g — 重力加速度（m/sec²）

δ — 円形アーチ軸線の弧の全長（m）

T_1 — 等断面アーチの基本固有周期（sec）

付表1 単純アーチ橋の基本固有周期の計算係数 ξ_T

アーチ高さ支間比	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8
2 ヒンジアーチ	0.196	0.184	0.176	0.172	0.169
固定アーチ	0.117	0.112	0.109	0.107	0.106

(二) アーチ面外

アーチ高さ支間比が1/4～1/8の等断面円形アーチの基本固有周期はやはり（付2）式によって計算する。その場合、 $\xi_T = 0.288$ とし、等断面懸垂線アーチ、放物線アーチなどの基本固有周期は同じアーチ高さ支間比の等断面円形アーチのように採る。

付録三 基本的な記号

荷 重

- P_d — けた橋杭式橋脚あるいは直接基礎上の柱式橋脚の天端に働く水平地震荷重
- P_i — けた橋実体式橋脚あるいは頂版の厚い杭式橋脚の i 質点に働く水平地震荷重
- P_{vi} — 橋軸方向の水平地震作用によって単純アーチ橋軸線の i 質点に働く鉛直地震荷重
- P_{hi} — 橋軸方向の水平地震作用によって単純アーチ橋軸線の i 質点に働く水平地震荷重
- P_{zi} — 橋軸直角方向の水平地震作用によって単純アーチ橋軸線の i 質点に働く水平地震荷重
- P_t — 盛土の計算土塊の重心に働く水平地震荷重
- P_s — 擁壁あるいは橋台の躯体の重心に働く水平地震荷重
- P_f — 支承、アンカーなどの重要な接合部の設計に用いる水平地震荷重
- W_H — けた橋の橋脚の天端での置換質点重量
- W_0 — けた橋の上部構造の計算重量
- W_1 — 横ばりの重量
- W_2 — 杭の地表面下の最初の中立点以上の杭重量, あるいはフーチング天端以上の柱の重量
- W_i — 橋脚躯体の各質点の重量
- W_t — 盛土の計算土塊の重量
- W_s — 基礎天端以上の擁壁あるいは橋脚の重量
- W_1 — 支承、アンカーなどの重要な接合部を驗算するときに用いるけた橋の上部構造の計算重量
- W'_1 — けた橋実体式橋脚の基礎天端から橋脚天端までの重量
- w — アーチ上の構造物を含むアーチの弧の単位長さ当りの平均重量
- w_1 — アーチ上の構造物を含むアーチの弧の単位長さ当りの重量
- E_A — 常時擁壁あるいは橋台の背面に働く単位長さあたりの主働土圧
- E'_A — 地震時擁壁あるいは橋台の背面に働く単位長さあたりの主働土圧

計 算 係 数

- C_z — 総合影響係数
- k_H — 水平地震係数
- k_v — 鉛直地震係数
- θ — 地震角
- β — 基本固有周期のスペクトル値
- η_H — 杭(柱)の重量置換係数

- r_1 — けた橋実体橋脚あるいは頂版の厚い杭式橋脚の第一次振動形刺激係数
- r_v — 単純アーチ橋のアーチ面内鉛直方向の刺激係数
- r_H — 単純アーチ橋のアーチ面内水平方向の刺激係数
- r_z — 単純アーチ橋のアーチ面外水平方向の刺激係数
- ξ_r — 単純アーチ橋のアーチ面内鉛直方向の刺激係数の計算係数
- ξ_T — 単純アーチ橋の基本固有周期の計算係数

幾 何 特 徴

- d_s — 地表面から飽和砂層上面までの深さ
- d_w — 地表面から地下水位面までの深さ
- d — けた橋支座の縁端からけた受けあるいは横ばりの縁端までの最小距離
- d' — 吊桁と片持部との接合長さ
- $X_{(i)}$ — けた橋実体橋脚あるいは頂版の厚い杭式橋脚の第1次振動形の i 質点での相対水平変位
- H_i — 杭の地表面下の最初の中立点あるいは基礎の天端から躯体各質点までの鉛直距離
- H — 橋脚、橋台あるいは擁壁の計算高さ
- B — けた橋橋脚の計算方向の躯体最大幅
- s_i — 単純アーチ橋のアーチの端部から計算点までのアーチ軸線の弧の長さ
- s — 単純アーチ橋のアーチ軸線の弧の全長
- ϵ — 擁壁あるいは橋台の背面と鉛直線とのなす角度
- ψ — 擁壁背面の盛土と水平面とのなす角度
- e — れんが、コンクリート構造の断面あるいは基礎の底面の合力偏心距離
- y — 断面の重心から偏心側の断面の縁端までの距離
- ρ — 断面の核半径
- δ — けた橋橋脚の天端に単位水平力を作用させたときの橋脚天端の水平変位
- φ — 単純円形アーチ軸線の弧の全長に対応する中心角
- I — 断面二次モーメント

材 料 指 標

- γ — 土の単位体積重量
- ϕ — 土の内部摩擦角
- δ' — 擁壁あるいは橋台の背面と盛土との摩擦角
- E — 材料のヤング率

そ の 他

$N_{63.5}$ — 標準貫入量

N' — 飽和砂層の深さ d_s (m), 地下水の深さ d_w (m) のときの液状化臨界貫入量

$\bar{N}'$ — $d_s = 3$ m, $d_w = 2$ m のときの砂の液状化臨界貫入量

g — 重力加速度

T — 構造物の固有周期

T_1 — 構造物の基本固有周期

付録四 用語の定義

“震級” 地震の大きさを表す。地震時出されたエネルギーの大きさによって分類し、“級”で表す。一回の地震ではただ一つの震級しかない。

“地震震度” 地震時に地表面の受ける影響と破壊の程度である。“度”で表す。

“基本震度” ある地域で将来のある時期において起こるかもしれない最高地震震度である。

“設計震度” 耐震設計に用いる地震震度

“水平地震係数（震度）” 地震荷重を計算するときの地表面の振動の強さを表わす係数である。地表面の最大水平加速度の統計平均値と重力加速度との比で表す。

“スペクトル値” 地震荷重を計算するときの単質点弾性構造の動的特性を表す係数である。単質点弾性構造の水平地震作用による最大加速度と地表面の最大水平加速度の統計平均値との比で表す。

“総合影響係数” 地震荷重を計算するときの実構造物の特徴を表現する各因子の総合影響を表す係数である。実構造物の地震応答と現行の地震荷重計算理論との差異を表すものである。

“地震応答” 構造物の地震作用による振動である。変位、速度、あるいは加速度で表される。

“振動形” 構造物の各質点変位の相対比あるいは振動形状である。

付録五 字句の意味

(一) 本基準の条文の厳格さの程度を表す用語

一. 大変厳しくてそうしなければならない用語

肯定的用語 “～しなければならない”

否定的用語 “～してはならない”

二. 厳しくて普通の場合そうすべき用語

肯定的用語 “～すべきである”

否定的用語 “～すべきではない”

三. 少し選ぶ余裕があって都合の良いときはまずそうすべき用語

肯定的用語 “～した方がよい” あるいは “一般に…とする”

否定的用語 “～しない方がよい”

四. そうすべきであるが規定しにくい用語

“なるべく…とする”

五. 少し選ぶ余裕があってある条件でそうしてもよい用語

“～してもよい”

(二) 本基準の条文で指定する標準、基準あるいは他の関係規定に基づかなければならない場合は、“…に従う” “…の要求を満たす” という表現をしている。それ以外の場合は、“～を参照する” という表現をしている。

訳者 蔣 通 (日本大学)

中華人民共和国交通部標準
《道路施設耐震設計基準》(案)
1978・北京

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第1653号
マイクロフィルム第 号
昭和56年2月(1981)

栗 林 栄 一

キーワード 耐震設計基準, 道路施設, 中華人民共和国

要 旨

本報告書は, 中華人民共和国の道路施設の耐震
設計基準(案)(1978年)を翻訳したものである。

○

郵便はがき

3 0 5 - □ □

40円切手
をはって
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

耐震研究室

御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

○

配布先住所

○

土木研究所資料第 1653号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

①

○