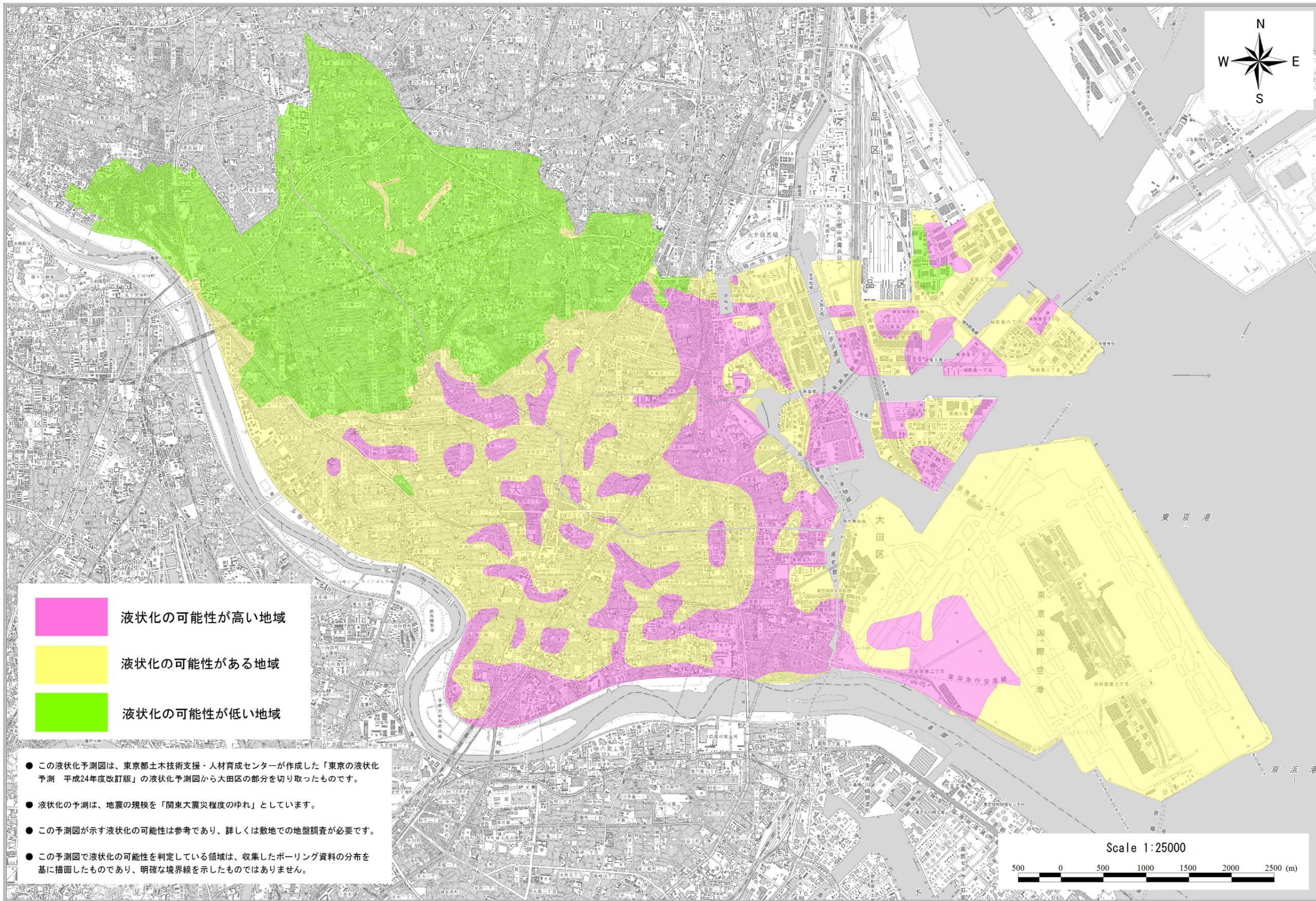


⑥ 東京都の液状化予測（平成 24 年度改定版）

この地図は、国土地理院長の承認を得て（承認番号 平24情使第602号）、同院発行の2万5千分の1の地形図を使用して作成した「液状化予測図」を転載したものである。



東京の液状化予測図（平成24年度改訂版）

資料 2 耐震基準の変遷

- ① 耐震基準と道路橋示方書の変遷
- ② 支承と落橋防止システムに関する規定の変遷

① 耐震基準と道路橋示方書の変遷

年代	耐震設計・関連の規定	主な規定事項			主な地震
		設計震度と耐震計算法	落橋防止対策	液状化対策	
1920年（大正9年）	1926年（大正15年） 道路橋構造に関する細則案	・最強地震力を考慮する。ただし、具体的な数値、計算方法は示されず ・震度法による耐震計算	規定なし	規定なし	1923年（大正12年） 関東地震（M7.9）
1930年（昭和5年）	1939年（昭和14年） 鋼道路橋設計示方書案	・水平加速度0.2g及び鉛直加速度0.1gを標準 ・震度法による耐震計算	規定なし	規定なし	1948年（昭和23年） 福井地震（M7.3） 1952年（昭和27年） 十勝沖地震（M8.1）
1940年（昭和15年）	1956年（昭和31年） 鋼道路橋設計示方書	・水平震度は0.1～0.35とし、地盤別、地域別に9種類に分類して規定 ・震度法による耐震計算	規定なし	規定なし	1964年（昭和39年） 新潟地震（M7.5）
1950年（昭和25年）	1964年（昭和39年） 鋼道路橋設計示方書	・同上	規定なし	規定なし	1971年（昭和46年） サンフェルナンド地震（M6.6） 1978年（昭和53年） 宮城県沖地震（M7.1）
1960年（昭和35年）	1971年（昭和46年） 道路橋耐震設計指針	・震度法（地域別、地盤別、重要度補正係数を考慮）による耐震計算 ・応答を考慮した修正震度法 ・設計水平震度（0.1～0.3）	・落橋防止対策を規定（移動制限装置、沓座縁端距離、桁間連結装置）	・液状化の可能性を現位置特性、土質特性により判定し、液状化する土層の支持力を無視	1983年（昭和58年） 日本海中部地震（M7.7）
1970年（昭和45年）	1980年（昭和55年） 道路橋示方書 V耐震設計編	・震度法（地域別、地盤別、重要度補正係数を考慮）による耐震計算 ・応答を考慮した修正震度法 ・設計水平震度（0.1～0.3） ・地震時変形性能の照査法 ・動的解析の位置づけを行い、設計地震入力を規定 ・下部構造編において、鉄筋コンクリート橋脚の軸方向鉄筋段落し部の設計法、せん断力に対する設計法が改訂	・落橋防止対策を規定（移動制限装置、桁かかり長、落橋防止装置）	・土の液状化強度と地震荷重の比較による合理的な判断方法を規定し、液状化の程度に応じて、土層の土質定数を低減	1989年（平成元年） ロマブリエータ地震（M7.1）
1980年（昭和55年）	1990年（平成2年） 道路橋示方書 V耐震設計編	・比較的生じる可能性の高い中規模程度の地震に対しては構造物としての健全性が損なわれず、大正12年の関東地震のような稀に起こる大きな地震に対して落橋などが生じないことを目標 ・震度法と修正震度法を統合し、新たに震度法（地域別、地盤別、重要度別、固有周期別補正係数を考慮）による耐震計算 ・設計水平震度（0.1～0.3） ・連続橋の耐震計算法を規定 ・鉄筋コンクリート橋脚に対する地震時保有水平耐力の照査を規定（設計震度：0.7～1.0） ・動的解析による安全性の照査方法を規定	・同上	・同上 ただし、砂質土層の液状化強度の算定方法に細粒分の影響を考慮し、液状化判定方法を高める	1993年（平成5年） 釧路沖地震（M7.8） 北海道南西沖地震（M7.8） 1994年（平成6年） ノースリッジ地震（M6.6）
1990年（平成2年）	1995年（平成7年） 兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様	・同上、さらに以下を追加 ・平成7年兵庫県南部地震のように発生頻度が極めて低いマグニチュード7級の内陸直下型地震による地震動（タイプIIの地震動）を考慮 ・強度を向上させると同時に、変形性能を高めて橋全体として地震に耐える構造を目指す ・地震動と橋の重要度に応じて橋の耐震性能を確保することを目標（健全性を損なわない、致命的な被害を受けない、限定された損傷にとどめる） ・地震の影響の大きい部材（RC橋脚）、鋼製橋脚、基礎支承等に対する地震時保有水平耐力の照査の実施（設計震度：1.5～2.0） ・動的解析による兵庫県南部地震に対する安全性の照査 ・免震設計の採用 ・ねばり強い構造のための配筋細目等	・同上 ただし、落橋防止装置の強度を強化するとともに、複数個の落橋防止装置を設置。また、緩衝機能を付与	・同上 ただし、砂質土層の液状化の判定範囲を拡大（礫質土等）するとともに、流動化の影響を考慮	1995年（平成7年） 兵庫県南部地震（M7.3）
1995年（平成7年）	1996年（平成8年） 道路橋示方書 V耐震設計編	・同上 ・RC橋脚の設計法、鋼製橋脚の設計法の高度化（せん断応力度の寸法効果の考慮、編成系能評価式、コンクリートを充填しない場合の鋼製橋脚の設計法）	・同上 ただし、必要な機能を明確にして落橋防止システムを構成（桁かかり長、落橋防止構造、変位制限構造、段差防止構造から選択）	・液状化の判定法（判定範囲、地震力、地盤定数の通減法）を改訂 ・流動化の判定方と設計流動力の設計による液状化、流動化を考慮した基礎の設計法を導入	2003年（平成15年） 三陸南地震（M7.0） 宮城県北部地震（M6.4） 十勝沖地震（M8.0） 2004年（平成16年） 新潟中越地震（M6.8）
1996年（平成8年）	2002年（平成14年） 道路橋示方書 V耐震設計編	・同上 ・性能規定型の技術基準を指向 ・耐震性能1～3（健全性を損なわない性能、損傷が致命的とされない性能、損傷が限定的となり、機能回復が速やかに行い得る性能）の定義、性能の観点、限界状態の設定法 ・鋼製橋脚の設計法、橋台基礎の設計法、上部構造の限界状態評価法の高度化等 ・動的解析の活用	・同上	・同上	2011年（平成23年） 東北地方太平洋沖地震（M9.0）
2002年（平成14年）	2012年（平成24年） 道路橋示方書 V耐震設計編	・RC橋脚の水平力と水平変位の関係の算出方法の見直し ・設計地震度（レベル2タイプI）の見直し ・支承部の機能を確保する構造のタイプA, Bの分類を廃止	・設計地震力の改訂、変位制限構造の呼称変更	・液状化する地盤の設計法をレベル1、レベル2で個別に規定するよう改訂	2016年（平成28年） 熊本地震（M6.2, M7.0）
2012年（平成24年）	2017年（平成29年） 道路橋示方書 V耐震設計編	・部分係数設計法及び限界状態設計法を導入 ・設計供用期間100年を標準とし、点検頻度、補修や部材交換方法、維持管理方法等を設計時点で考慮 ・耐久性確保の具体的方法を規定	・同上 ・溶接検査の規定を明確化	・同上	

年月	名称
S37年 3月	（道路橋技術基準） 鋼道路橋の合成桁設計施工指針 スラブ橋用プレストレストコンクリート橋桁 桁橋用プレストレストコンクリート橋桁 溶接プレートガーダー橋標準設計 鉄筋コンクリート桁標準設計
S37年11月	鋼道路橋設計示方書 鋼道路橋整作示方書
S40年 7月	プレストレストコンクリート（PC道路橋）の設計
S40年 9月	横断歩道橋の設計基準
S42年 9月	鋼道路橋の一方鉄筋コンクリート床版の配筋の設計
S43年 3月	プレストレストコンクリート道路橋示方書
S44年 11月	溶接鋼道路橋示方書
S46年 3月	鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の設計
S46年 3月	道路橋耐震設計指針 道路橋下部構造設計指針ケーソン基礎の設計編
S47年 3月	道路橋示方書（共通編、鋼橋編）
S47年 6月	PC橋、RC橋の一部改正
S47年 8月	横断歩道橋の設計基準
S48年 1月	場所打ち杭の設計施工編
S48年 4月	特定の路線にかかる橋・高架橋の道路等の基準
S48年 5月	歩道および立体横断施設の構造
S51年 8月	杭基礎の設計編の改訂
S52年 9月	ケーソン基礎の施工編
S53年 1月	道路橋示方書（コンクリート橋編の制定及び共通編の一部修正）
S53年 4月	道路橋鉄筋コンクリート床版の設計・施工
S54年 8月	道路橋示方書Ⅲ. コンクリート橋編の制定に伴う処置について
S55年 4月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）
S59年 2月	道路橋鉄筋コンクリート床版の設計・施工指針 鋼管矢板基礎設計指針 小規模吊橋指針 道路橋の塩害対策指針（案）
H2年 2月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）
H6年 2月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編、Ⅳ下部構造編）
H7年 6月	「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料
H8年 12月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）
H14年 3月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）
H24年 3月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）
H29年 11月	道路橋示方書（Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編、Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編）

② 支承と落橋防止システムに関する規定の変遷

		昭和46年道路橋耐震設計指針		昭和55年道路橋示方書		平成2年道路橋示方書		平成7年復旧仕様		平成8年・平成14年道路橋示方書		平成24年道路橋示方書		平成29年道路橋示方書	
支 承	一般	・タイプA(相当)支承：震度法設計		・タイプA(相当)支承：震度法設計		・タイプA(相当)支承：震度法設計 ・免震支承を使用した場合：保有水平耐力法タイプI照査		・ゴム支承（タイプB）、免震支承を推奨 ・震度法と保有耐力法タイプI、IIで設計		・タイプAの支承：震度法、保有耐力法(タイプI、II)の地震力に対して落橋防止システムと補完し合って抵抗する設計 ・タイプBの支承：震度法、保有耐力法(タイプI、II)の地震力にして支承単独で抵抗する設計		・レベル1地震動およびレベル2地震動に対して支承部単独で抵抗する設計		・橋の構造形式、支承の形式及び支承どうしの荷重分担を考慮して設計	
	設計地震力等	設計水平力：震度法 設計鉛直力：設計鉛直震度=0.1(×Rd)		設計水平力：震度法 設計鉛直力：設計鉛直震度=0.1(×Rd)		設計水平力：震度法又は保有水平耐力法 設計鉛直力：設計鉛直震度=0.1(×Rd)		設計水平力：震度法又は保有水平耐力法 設計鉛直力：設計鉛直震度=0.1(×Rd)		設計水平力：タイプA支承 - 震度法 タイプB支承 - 保有水平耐力法 設計鉛直力：震度法 = 設計水平震度(kh)×0.5 保耐法 = 設計水平震度(kh)×0.5 (I) 設計水平震度(kh)×0.67(II) ※H14にて「震度法」「保耐法」はそれぞれ「レベル1地震」		設計水平力：レベル1地震動、レベル2地震動 動的照査法を用いている場合は最大応答値 設計鉛直力： $l_{\text{v}}^{\#1}$ = 設計水平震度(kh)×0.5 $l_{\text{v}}^{\#2}$ = 設計水平震度(khc)×0.5 (I) 設計水平震度(khc)×0.67(II) 動的照査法 = レベル2、応答値		設計水平力：動的解析値または静的解析値 設計鉛直力： $l_{\text{v}}^{\#1}$ = 設計水平震度(khg)×0.5 $l_{\text{v}}^{\#2}$ = 設計水平震度(khg)×0.5 (I) 設計水平震度(khg)×0.67(II) レベル2地震度を考慮する設計状況に対しては、-0.3R _D	
落 橋 防 止 シ ス テ ム	橋 軸 方 向	桁 か か り 長	支承縁端と下部構造頂部縁端との間の距離：S(cm) 1)L(m) ≤ 100 S=20+0.5L 2)L(m) > 100 S=30+0.4L	いずれか一方を設けるのがよい	桁 か か り 長 S _E (cm) 1)L(m) ≤ 100 S _E =70+0.5L 2)L(m) > 100 S _E =80+0.4L	いずれか一方必要	桁 か か り 長 S _E (cm) 1)L(m) ≤ 100 S _E =70+0.5L 2)L(m) > 100 S _E =80+0.4L	いずれか一方必要	桁 か か り 長 S _E (cm) 1)L(m) ≤ 100 S _E =70+0.5L 2)L(m) > 100 S _E =80+0.4L	※斜角60度以下の斜橋、跨線・跨道橋、曲線橋(R ≤ 100m)、周期の長い橋は両方設置が望ましい。	桁 か か り 長 S _E (m) ※H8はcm表記 1)S _E =u _R +u _G (u _G =ε _G L) ※動的解析の場合は最大相対変位によりu _R を算出 2)桁かかり長の最小値 S _{EM} =0.7+0.005L 3)斜橋及び曲線橋の場合は以下の値を各々下回らない 斜) S _{Eθ} =(L _θ /2) (sinθ-sin(θ-α _E)) 曲) S _{Eφ} =(0.005φ+0.7) (sinφ/cos(φ/2))+0.3	必要桁かかり長：S _{ER} (m) 1)S _{ER} =u _R +u _G (u _G =ε _G L) ※動的解析の場合は最大相対変位によりu _R を算出 2)桁かかり長の最小値 S _{EM} =0.7+0.005L 3)斜橋および曲線橋で、かつ1径間又は2径間の連の上部構造を有する橋 S _{EθR} =2L _θ sin(α _E /2)cos(α _E /2-θ)	必要桁かかり長：S _{ER} (m) 1)S _{ER} =u _R +u _G (u _G =ε _G L) ※動的解析の場合は最大相対変位によりu _R を算出 2)桁かかり長の最小値 S _{EM} =0.7+0.005L 3)回転方向に対する必要桁かかり長：S _{EθR} (m) S _{EθR} =2L _θ sin(α _E /2)cos(α _E /2-θ)		
		落 橋 防 止 装 置 ・ 構 造	けた間連結装置	落橋防止装置(震度法)	落橋防止装置(震度法)	落橋防止装置(震度法)	落橋防止装置(震度法)	異なる種類を複数併用 ・衝撃を緩和させる構造 ・隣接けた同士を死荷重差等が大きい場合は連結させない制限	落橋防止構造(上部工の落橋を防止)	タイプA 必要 但し橋長50m以下 (I種地盤)、橋長25m以下 (II種地盤)は設置不要	落橋防止構造	必要 但し橋軸方向に大きな変位が生じにくい橋、又は端支点の鉛直支持が失われても上部構造が落下しない橋は設置不要	落橋防止構造	必要 但し、変位が生じた際に他端部に位置する橋台パラベットで拘束される状態になる場合は、同等の役割を果たすとみなしてよい	
	移 動 ・ 構 造 ・ 変 位 制 限	可動支承	移動制限装置	可動支承	移動制限装置	可動支承	移動制限装置	可動支承	移動制限装置	ジョイントプロテクター(伸縮装置の保護目的) ：変位制限構造と兼用可 (タイプA支承の場合) ※H14廃止(伸縮装置本体および取付け部材がレベル1地震動に対して耐力を有するようにする)	—	—	—		
	止 段 差 防 止	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	B種の橋で背の高い支承を用いた場合 ※H8は鋼製支承に対して	段差防止構造：— (落橋防止システムの構成要素から、支承部に求められる機能に変更)	—	—	—		
	設 計 地 震 力 等	1)けた間連結装置 設計水平力に関する記述なし 2)可動支承の移動制限装置 設計水平力：H _s =1.5×kh×Rd (許容値割増し) 移動制限量は移動量余裕値+20mm	1)落橋防止装置 設計水平力：H _θ =2.0×kh×Rd (許容値割増し) 2)可動支承の移動制限装置 設計水平力：H _s =1.5×kh×Rd (許容値割増し) 移動制限量=支承移動可能量	1)落橋防止構造 設計地震力：H _θ =1.5×Rd(許容値割増し) 落橋防止最大設計移動量：S _F =0.75S _E 2)変位制限構造 設計地震力：H _s =3×kh×Rd(許容値割増し) 設計移動量：支承の変形能力と同程度 3)ジョイントプロテクター 設計地震力：H _j =kh×Rd(許容値割増し) 設計移動量：伸縮装置の機能を阻害しない 4)段差防止構造 支承破損時に上部構造を支持できる構造 落橋防止構造や変位制限構造等による兼用可	落橋防止構造 上下部構造を連結する形式の場合 設計地震力：H _θ =P _{Lθ} (許容値割増し) 但し、H _θ ≤ 1.5Rd P _{Lθ} ：当該支点を支持する下部構造の橋軸方向の水平耐力 2連の桁を相互に連結する形式の場合 設計地震力：H _θ =1.5×Rd(許容値割増し) 落橋防止設計最大移動量：S _F = 0.75S _E	落橋防止構造 上下部構造間で拘束する形式の場合 設計水平力：H _θ =P _{Lθ} (許容値割増し) 但し、H _θ ≤ 1.5Rd P _{Lθ} ：当該支点を支持する下部構造の橋軸方向の水平耐力 2連の上部工を相互に連結する形式の場合 設計水平力：H _θ =1.5×Rd(許容値割増し) 落橋防止設計最大移動量 ：桁かかり長を超えない範囲に必要な強度を発揮し、かつ弾性域に留まる									
直 角 方 向	落 橋 防 止 装 置 等 ・ 変	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	落橋防止装置の設置等の検討が望ましい(復旧仕様等の参考資料) ・斜橋(斜角60度以下) ・曲線橋(R ≤ 100m) ・ゲルバー桁かけ違い部 ・横梁の無い単柱橋脚の橋	変位制限構造 タイプAの支承：必要 タイプBの支承：斜橋・曲線橋・下部構造の頂部幅の狭い橋・1支線線上の支承数の少ない橋・地盤流動化により橋脚が直角力向に移動する可能性がある橋の場合必要	横変位拘束構造 ・斜橋・曲線・下部構造の頂部幅の狭い橋の場合に必要(回転する恐れがある場合) ・地盤流動化により橋脚が直角力向に移動する可能性がある橋は、個々の橋造条件や支点条件に応じて落橋防止対策を検討	横変位拘束構造 ・斜橋・曲線・下部構造の頂部幅の狭い橋の場合に必要(回転する恐れがある場合)					
	設 計 地 震 力 等	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	落橋防止装置 設計水平力：H _θ =P _{Lθ} (許容値割増し)	変位制限構造 設計地震力：H _s =3×kh×Rd (許容値割増し)	横変位拘束構造 設計地震力：H _θ =P _{Lθ} (許容値割増し) 但し、H _θ ≤ 3×kh×Rd P _{Lθ} ：当該支点を支持する下部構造の橋軸直角方向の水平耐力 設計遊間量：レベル2地震動に対する支承部の橋軸直角方向への変形量に余裕量を見込んだ値	横変位拘束構造 設計水平力：H _θ =P _{Lθ} (許容値割増し) 但し、H _θ ≤ 3×kh×Rd P _{Lθ} ：当該支点を支持する下部構造の橋軸直角方向の水平耐力 設計遊間量：桁かかり長を超えない範囲に必要な強度を発揮し、かつ弾性域に留まる					



大田区 橋梁耐震整備計画

平成 19 年度 素案作成

平成 23 年度 初版策定

平成 26 年度 初版修正

令和元年度 第一回改定