

(3) 静的照査法における設計入力地震動、設計震度

静的照査法を用いた耐震性能の照査では、(2) で算出した設計津波を生じさせる地震に係る工学的基盤面の加速度の時系列波形を設計入力地震動として、一次元地震応答解析により地盤面～工学的基盤面までの地震時せん断応力比を算出し、これをもとに F_L （液状化に対する抵抗率）の値を設定することができる。

なお、設計津波を生じさせる地震の地震動が、「河川構造物の耐震性能照査指針・解説 II 堤防編（平成 28(2016)年 3 月）」¹²⁾や「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編（平成 24(2012)年 3 月）」²⁰⁾に示す標準的なレベル 2 地震動と同等以下の場合には、上記の方法によらず、標準的なレベル 2 地震動の設計震度（海岸堤防の地盤面）を用いて静的照査を行ってもよい。設計津波を生じさせる地震の地震動が、標準的なレベル 2 地震動と同等以下であることを確認する方法としては、例えば、加速度応答スペクトル（地盤面）や、速度の PSI（Power Spectral Intensity）値²²⁾（工学的基盤面）を用いた比較がある。

(4) 動的照査法における設計入力地震動

動的照査法を用いた耐震性能の照査では、(2) に示す設計津波を生じさせる地震に係る工学的基盤面の加速度の時系列波形を設計入力地震動として設定する必要がある。

なお、設計津波を生じさせる地震の地震動が、「河川構造物の耐震性能照査指針・解説 II 堤防編（平成 28(2016)年 3 月）」¹²⁾や「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編（平成 24(2012)年 3 月）」²⁰⁾に示す標準的なレベル 2 地震動と同等以下の場合には、上記の方法によらず、標準的なレベル 2 地震動の加速度の時系列波形（ただし海岸堤防の地盤面の波形であることに注意）を用いて動的照査を行ってもよい。設計津波を生じさせる地震の地震動が、標準的なレベル 2 地震動と同等以下であることを確認する方法としては、例えば、加速度応答スペクトル（地盤面）や、速度の PSI（Power Spectral Intensity）値²²⁾（工学的基盤面）を用いた比較がある。

4. レベル 2 地震動に対する耐震性能照査

4. 1 照査の方針

盛土を含む構造の海岸堤防のうち、堤防の機能及び構造、堤防背後地の重要度、地盤高、当該地域の地震活動度等に基づいてより高い耐震性能が必要と判断されるものについてのレベル 2 地震動に対する照査は、レベル 2 地震動に対して生じる被害が軽微であり、かつ、地震後の速やかな機能の回復が可能なものであることを確認するものとする。

解説

レベル 2 地震動に対する耐震性能の照査方針及び留意点を表-4.1.1 に示す。

表-4. 1. 1 レベル 2 地震動に対する耐震性能の照査方針等

項目	安全性能	目的達成性能
照査方針 (レベル 2 地震動)	(より高い耐震性能が必要と判断されるもののみ) ・被害が軽微(右記の速やかな機能の回復が可能な範囲の変位:修復限界)	(より高い耐震性能が必要と判断されるもののみ) ・地震後の速やかな機能の回復が可能
照査基準 (例)	同右	(直下型の場合の照査基準の例) ・天端高:朔望平均満潮位+1/10 確率波(波浪うちあげ高又は越波量を考慮した高さ)以上であることを確認 ・その他、速やかな機能の回復を図るために照査基準を個別に設定
照査方法	・簡易照査法、静的照査法、動的照査法	
留意点	・レベル 2 地震動によって隣接する施設等への甚大な影響を及ぼす崩壊が発生しないことの確認を行う。	・広域地盤沈下量を考慮

(1) より高い耐震性能が必要と判断されるもの

レベル 2 地震動に対する耐震性能については、海岸管理者によってより高い耐震性能が必要と判断される海岸堤防について照査を行うとされている。

より高い耐震性能が必要な海岸堤防の判断要素の例としては、表-4. 1. 2 が挙げられるが、対象海岸の地域特性や、地域防災計画等の防災関連計画との整合性を踏まえ、判断要素を検討し、レベル 2 地震動に対する耐震性能が必要な海岸堤防を判断する必要がある。

(2) 安全性能・目的達成性能の照査の留意点

①照査基準の例

直下型のレベル 2 地震動の場合、地震後の機能の回復を目的とした災害復旧活動に支障が生じないようにするため、復旧活動期間に起こりうる潮位変化や波浪、海水の侵入に伴う侵食に対して、最低限の天端高が必要となる。このため、照査基準の例としては、朔望平均満潮位+1/10 確率波(波浪うちあげ高又は越波量を考慮した高さ)等が考えられる。

また、緊急輸送路(道路・橋梁)、水門・陸閘、管渠等(レベル 2 地震動に対する耐震性能を有する施設)との取り付け部については、これら施設の耐震性能を確認し、必要に応じて照査基準の整合を図ることが考えられる。

表-4.1.2 より高い耐震性能が必要な海岸堤防の判断要素の例^{※)}

項目	判断要素
施設の機能	・海水侵入防止機能、越波減少機能、侵食防止機能 (地震後の災害復旧期間中に発生する潮位変化、波浪、侵食に対して機能確保を行う必要がある施設)
施設の構造	・復旧に時間を要する構造(直立壁との混合型、堤防断面が大きい等) ・緊急輸送路(道路・橋梁)、水門・陸閘、管渠等(レベル2地震動に対する耐震性能を有する施設)との取り付け部を有する構造 ・堤防が崩壊することで隣接の施設等に重大な影響を与える場合
施設背後地の重要度	・人口が集中、資産が集積、重要施設がある地区で、地震により多大な人命・財産の喪失及び震災復興に重要な役割を果たす地域
地盤高	・施設背後地の地盤高が朔望平均満潮位以下
当該地域の地震活動度	・地震調査研究推進本部地震調査委員会の全国地震動予測地図 ・微地形区分

※注) 上表は例示であり、各海岸管理者の検討の結果、上表以外の判断要素となる場合がある。

海溝型のレベル2地震動の場合、津波高が天端高よりも高い箇所では、仮に耐震対策を行った場合でも津波越流によって堤防が決壊する可能性が高いことから、「被害が軽微であり、かつ地震後の速やかな機能の回復が可能」であることを確認する照査基準の設定は、現時点の技術的知見では困難である。なお、耐震設計ではなく減災の観点から堤防の損傷を軽減する構造上の工夫の一環として、照査によって得られた地震後の変位量をもとに堤防背後盛土の配置を検討することは考えられる。

②隣接する施設等への甚大な影響を及ぼす崩壊が発生する場合

「被害が軽微」には、修復性ととともに人命に対する安全性も含まれているものとする。

盛土を含む構造の海岸堤防の場合、コンクリート構造の堤防に比べて復旧が比較的容易であり、仮に大規模な崩壊が発生した場合でも堤防断面がそれほど大きくなければ短期間で復旧できる可能性がある。このため、1. 2の図-1.2.2で示すような修復限界と終局限界は堤防によってはその差がほとんどなかったり、位置が逆転したりすることが考えられる。

このため、レベル2地震動に係る照査にあたっては、隣接する施設等への甚大な影響を及ぼす崩壊が発生しないことの確認を行う必要がある。

③広域地盤沈下について

3. 1 (3) ③と同様、レベル2地震動による広域地盤沈下を考慮する必要がある。その際、設計津波を生じさせる地震の地震動と、レベル2地震動とで、広域地盤沈下量が異

なる場合があることに留意する必要がある。また、広域の地盤変動で陸側の隆起が想定される場合は、万が一、隆起しなかった際の危険性を踏まえて隆起は考慮しないことが必要である。

4. 2 照査方法

レベル2地震動に対する耐震性能は、変形、応力、ひずみ量等が精度よく評価できる手法により照査するものとする。

解説

3. 2の照査方法と基本的に同じであるが、照査に用いる設計震度、設計入力地震動については、4. 3とする。

なお、3. 2に示す簡易照査法（チャート式耐震診断システム、液状化による堤防の沈下量簡易推定法）を用いて、4. 3の設計震度、設計入力地震動により照査した結果が、4. 1のレベル2地震動における照査の方針（照査基準）を満足した場合には、簡易照査法の結果をもって照査したこととみなしてもよい。

4. 3 照査に用いる設計震度、設計入力地震動

レベル2地震動に対する照査に用いる設計震度、設計入力地震動を適切に設定するものとする。

解説

（1）レベル2地震動の設定手順

「海岸保全施設の技術上の基準・同解説（平成16(2004)年6月）」⁴⁾では、レベル2地震動について、地域防災計画を策定している自治体等の動向を勘案し、以下((a)～(f)を考慮して対象地点に最大級の強さの地震動をもたらしうる地震をレベル2対象地震として選定し、設計入力地震動を設定することとされている。

- (a)過去に大きな被害をもたらした地震の再来
- (b)活断層の活動による地震
- (c)地震学的あるいは地質学的観点から発生が懸念されるその他の地震
- (d)中央防災会議や地震調査研究推進本部など国の機関の想定地震
- (e)地域防災計画の想定地震
- (f)M6.5の直下地震

また、「河川構造物の耐震性能照査指針・解説 II 堤防編（平成28(2016)年3月）」¹²⁾では、レベル2地震動について「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編（平成24(2012)年3月）」²⁰⁾と同じ標準的なレベル2地震動（液状化判定用）の水平震度が設定されている。

また、

- ・対象地点周辺における過去の地震情報
- ・活断層情報、プレート境界で発生する地震の情報
- ・地下構造に関する情報
- ・対象地点の地盤条件に関する情報、既往の強震記録等

を考慮して対象地点における地震動を適切に推定できる場合には、その結果に基づいて設定してもよいこととされている。

以上のことから、対象となる海岸堤防について、上記(a)～(f)を考慮し、レベル2地震動における設計入力地震動又は設計震度を設定することが必要である。

なお、上記(a)～(f)を考慮し、隣接する施設がレベル2地震動における設計震度、設計入力地震動を設定している場合は、これを参考としてもよい。

(2) レベル2地震動における設計震度、設計入力地震動

3. 3 (3)、(4)の「設計津波を生じさせる地震」を「レベル2対象地震」に読み替えることで静的・動的照査法に用いる設計震度、設計入力地震動を設定できる。