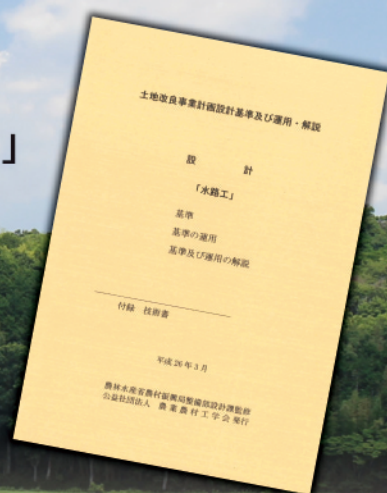


「土地改良(水路工)」の改定点とその対応

この度、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」が13年ぶりに改定されました。



U型水路の設計

改定内容

1. 耐震設計手法の導入

「土地改良耐震施設設計の手引き（平成16年3月）」を踏まえ、東北地方太平洋地震等の被害状況を確認し、土地改良施設毎の重要度区分と耐震性能に応じた耐震設計の手法が明記されています。また、これまでの地震被害状況から液状化に対する留意点及び対策工法等が明記され、流動化の検討と対策の概要が追記されています。

- ①施設の供用期間内に1～2度発生する確率を持つ大きさの地震動をレベル1地震動、施設の供用期間内に発生する確率は低いが、極めて大きな破壊力のある地震動をレベル2地震動とする。
- ②施設の重要度に応じて、作用させる地震動レベルを区分する。

■ 重要度区分の考え方

区分	項目 ①～③のいずれかに該当する施設	判断する上での参考指標
重要度区分A種 (レベル2地震動を考慮する)	①水利施設としての規模 供給される用排水の中断あるいは減量が地域の住民生活及び経済活動・生産活動に与える影響の度合い。	・水路組織の中で施設規模が極めて大きく、かつ被災した際にライフラインとしての用水供給、ひいては住民生活への影響や地域の経済活動に著しい支障をきたす場合。
	②被災による二次災害危険度 水路施設が被災することにより第三者への被害で、特に人命・財産やライフラインなどへの影響。	・水路施設に隣接して家屋、避難場所若しくは公道、鉄道、各種ライフラインなどの重要公共施設があり、水路の破損によって直接被害を生じる場合や、水路の破損による流出水が大量にこれらの場所に流入、又は湛水し、人命若しくは社会経済に重大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	③応急復旧の難易度 水路組織が被災した場合に直ちに実施すべき応急復旧・代替のための現場作業の難易度。	・応急復旧のための作業が極めて困難、若しくは長期間を要する場合 例)宅地などの隣接部や構造物の埋設が深い場合などに復旧の難易度が高くなると考えられる。
重要度区分B種 (レベル1地震動を考慮する)	①水利施設としての規模 同上	・施設規模が大きく、かつ被災した場合にライフラインとしての用水供給、ひいては住民生活への影響や地域の農業・経済活動に相当の支障をきたす場合でA種以外のもの
	②被災による二次災害危険度 同上	・水路施設に隣接して家屋、避難場所、若しくは重要公共施設があり、水路の破損による流出水がこれらの場所に流入又は湛水し、人命に重大な影響はないものの、社会経済的に多大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	③応急復旧の難易度 同上	・応急復旧のための作業に比較的長時間を要する場合。
重要度区分C種 (耐震設計は行わない)	①水利施設としての規模 同上	・A種及びB種に該当しない場合 ②は、特に二次被害危険度が認められない場合。 ③は、応急復旧のための作業が容易で短期間で実施できる場合。
	②被災による二次災害危険度 同上	
	③応急復旧の難易度 同上	

③地震動レベルに対して目標とする耐震性能を定め、レベル1地震動は、「健全性を損なわない」を目標とし、レベル2地震動は、「致命的な損傷を防止する」を目標することを基本とする。

④開水路（フルーム）については、震度法を用いた地震時の検討を行う。

■ 重要度区分と耐震性能

重要度区分		地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
A種	耐震性能		健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
	耐震設計		○耐震設計を行う	○耐震設計を行う
B種	耐震性能		健全性を損なわない	—（対象としない）
	耐震設計		○耐震設計を行う	—（耐震設計を行わない）
C種	耐震性能		—（対象としない）	—（対象としない）
	耐震設計		—（耐震設計を行わない）	—（耐震設計を行わない）

2. 限界状態設計法の追加

現行基準は、安全性の照査方法として、許容応力度法による設計・照査を基本としていましたが、今回の改定より、許容応力度法の他に限界状態設計法が追加されています。

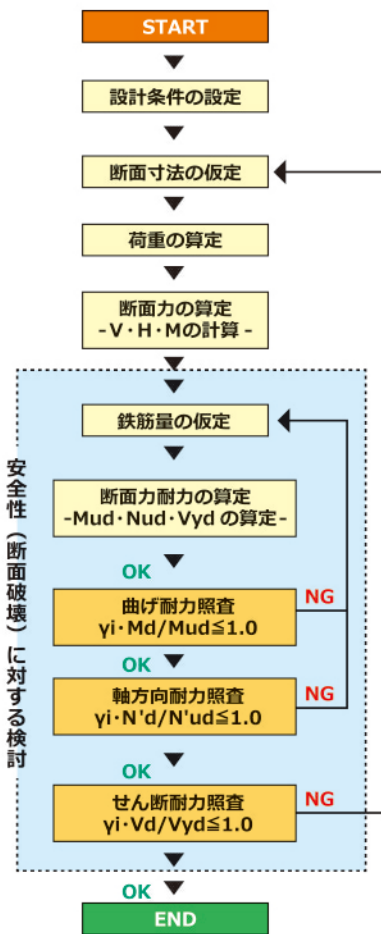
■ 安全性の照査方法

構造物	検討ケース	設計水平震度の算定方法	安全性照査方法
開水路（フルーム）	常時	—	許容応力度法
	レベル1地震動	震度法	許容応力度法
	レベル2地震動	（固有周期を考慮しない）	限界状態設計法

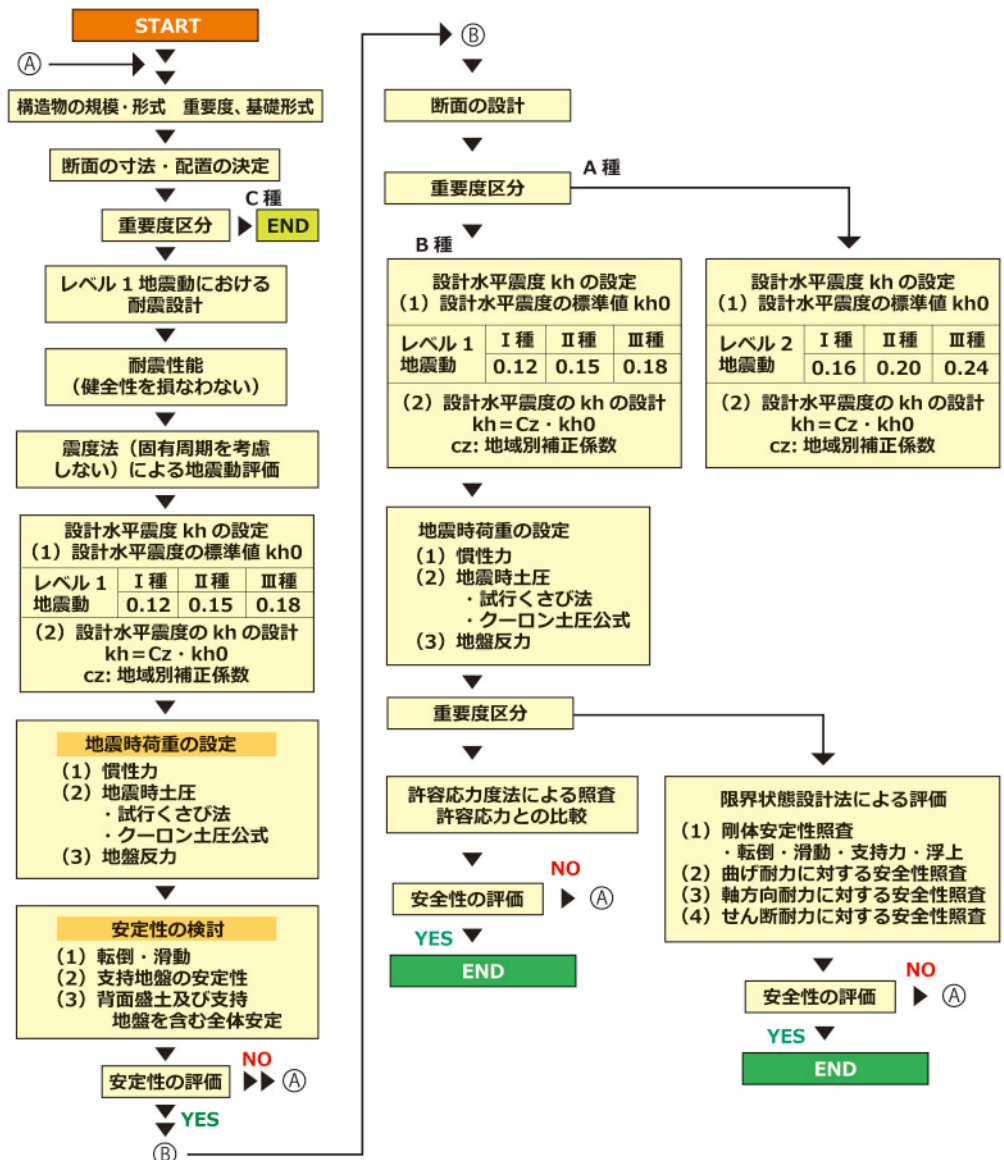
■ 開水路（フルーム）の耐震設計に適用する設計水平震度の標準値

地盤種別			地震動レベル
I種	II種	III種	
0.12	0.15	0.18	レベル1地震動
0.16	0.20	0.24	レベル2地震動

以下にレベル2地震動作用時の安全性（断面破壊）に対する耐震性能照査フローを示します。



次に開水路（フルーム）の耐震設計の設計フローチャートを示します。



3. その他の改定項目

- ①地盤の許容支持力算出において、荷重傾斜、基礎の寸法による補正係数 (η) を考慮するようになっていました。
- ②基本定着長の算出式及び定着長を算出する場合の許容引張力が変更されています。

矢板型水路の設計

新基準により、従来からある矢板型水路においても構造物の重要度により耐震性能を有する設計が求められるようになりました。

矢板型水路の工法には、自立式矢板工法、アンカー式（控え式）矢板工法、切梁式矢板工法などがありますが、一般的に多く用いられている自立式矢板工法について述べます。

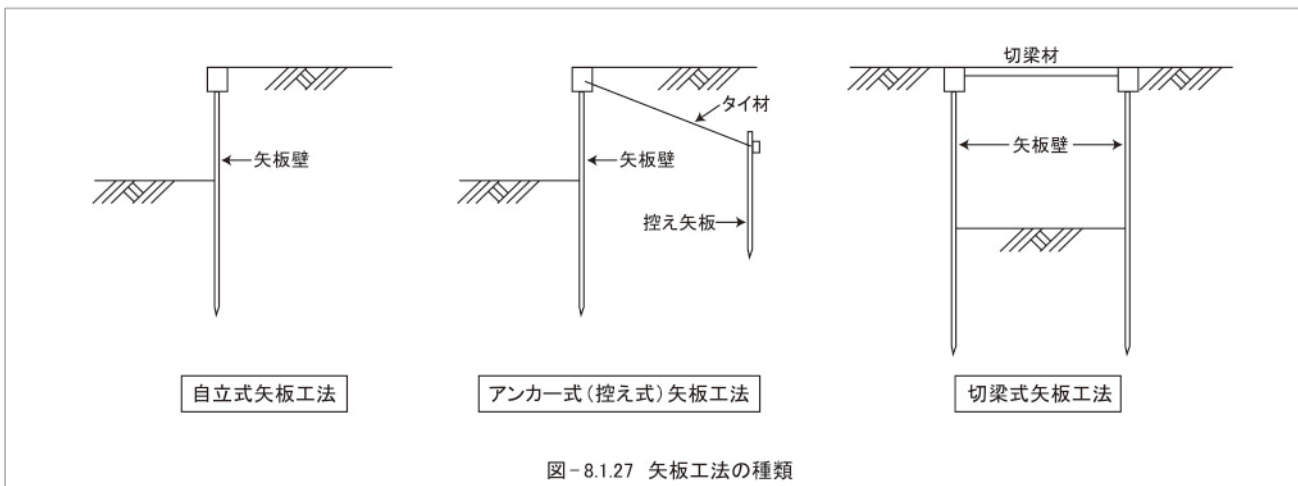
矢板型水路においては、従来の設計基準では求められていなかった地震時の照査が加わるとともに、地盤の液状化判定により液状化の可能性が高い地盤層には、それらの成分を作用させる設計法に見直されました。これは、国土交通省河川局治水課の「河川構造物の耐震性能照査指針（案）・同解説（平成19年3月）」で取り扱われている、自立式矢板特殊堤の耐震照査の考え方を積極的に組み入れた設計法と判断されます。

ただし、河川構造物の耐震性能照査の内容が全てそのまま組み入れられているのではなく、例えば、土地改良の矢板型水路においては、河川構造物の耐震性能照査で求めている矢板の変形、沈下等による矢板天端高が外水位を下回らないという鉛直変位照査（耐震性能2以上）までは対象としていないなど、土地改良で扱う水路の規模や機能などから、実態に即した必要範囲での照査に抑えているように伺えます。

矢板型水路の設計法は、矢板の塑性化に伴うエネルギー吸収、塑性変形性能等について未解明の部分も多いため、原則として力学特性が弾性域を超えない範囲内で適切に定めるものとし、応力度と水平変位量のそれぞれが許容範囲内にあることで照査する許容応力度設計法が用いられます。

また、矢板を比較的緩い液状化の恐れがある砂層地盤に設置する場合においては、液状化層下層の非液状化層への根入れを確保することを前提条件とし、その影響も考慮した検討を行うことを求めています。なお、液状化判定や液状化による土質定数の低減係数などの考え方は「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編（平成14年3月）」の考え方に基づいています。

以下に、今回の土地改良「矢板型水路」の新基準で新たに加えられた内容を列挙します。



※土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」平成26年3月 P458より引用

土地改良「矢板型水路」の新基準で新たに加えられた内容

1. 地震時土圧

土圧計算でよく用いられる一般的なクーロン系土圧の式で与えられます。

2. 地震時動水圧

地震により水に作用する運動エネルギーですが、矢板前面に水位があるときのみ作用する外力です。

3. 液状化の影響

液状化の影響として、液状化に伴う土水圧を考慮します。

土水圧は漸増成分と振動成分を区別して作用させます。

液状化に伴う土水圧の設計水平震度は、レベル2地震動タイプI又はレベル2地震動タイプIIとします。

矢板の変形の算定：漸増成分

矢板の断面力の算定：漸増成分、振動成分

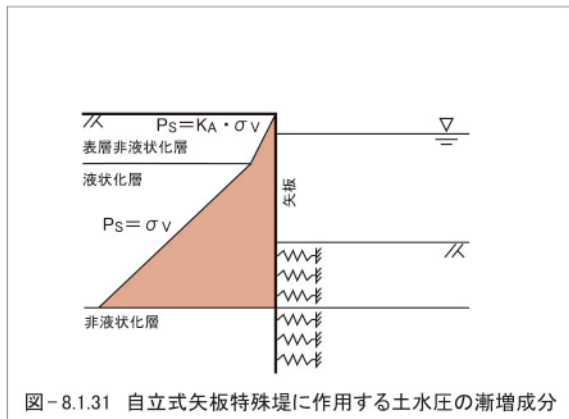


図-8.1.31 自立式矢板特殊堤に作用する土水圧の漸増成分

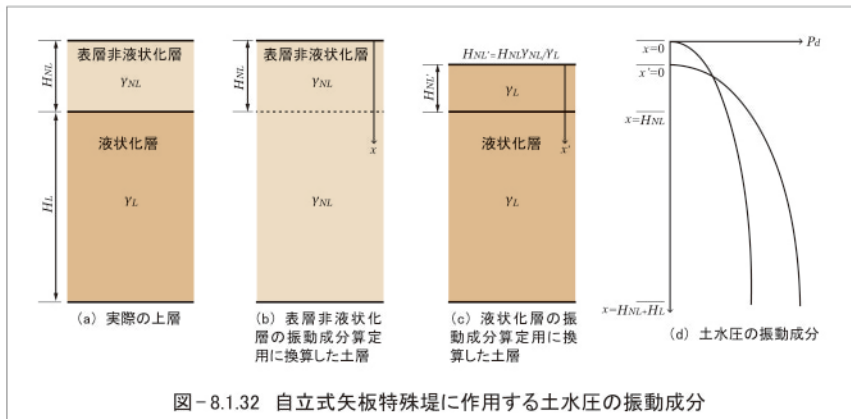


図-8.1.32 自立式矢板特殊堤に作用する土水圧の振動成分

※土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」平成26年3月P465より引用

液状化とは、一般的に地震力等によって緩い砂質地盤等に過剰間隙水圧が発生し、地盤支持力を失うような現象ですが、まず、対象となる地盤の液状化の判定を行う必要があります。

液状化が生じる可能性がある土層は、以下の条件すべてに該当する場合と考えられています。

- ・地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層であること
- ・50%粒径D₅₀が10mm以下で、かつ、10%粒径D₁₀が1mm以下である土層
- ・細粒分含有率FCが35%以下の土層、または、FCが35%を超えても塑性指数IPが15以下の土層

上記の条件すべてに該当し、液状化の判定を行う必要がある土層と判断された場合は、FL値法により、その地盤が液状化するか否かの判定をします。

FL値法とは、N値や粒径等から求める地盤内のある深さの液状化強度比（せん断応力で表した液状化強度と有効拘束圧の比）Rと、地表最大加速度などから求めるその土に地震時に加わる繰返しせん断応力比Lの両者の比をとって、液状化に対する抵抗率（又は安全率）FL値から判定する方法です。

FL ≤ 1であれば液状化の可能性があり、FL > 1であれば可能性は小さいと判断します。

自立式矢板は矢板に作用する荷重に対して、主動側と受働側の土圧と水圧が釣り合う仮想地盤面から下層に十分な根入れ（土地改良では3/β以上）を確保して、受働側からの水平方向地盤反力（弾性バネ反力）により支えられています。

しかし、仮想地盤面から下層に液状化層が介在する場合は、その地盤反力をどの程度期待していいものか課題が生じます。これについては、安全側の照査ということで液状化層の地盤反力を0とするのか、又は、低減した地盤反力を期待するものか、各々の地盤条件で適正な判断が求められるでしょう。「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編（平成14年3月）」では、液状化した土層に対して土質定数の低減係数DEを乗じて地盤反力を低減させる考え方がありますが、これを矢板の地盤反力に適用することも設計方法の一つとも考えられますが、元々杭基礎に対する設計手法であり、様々な仮定条件のうで成り立っているため、適用には注意が必要です。

表-7.11.24 土質定数の低減係数DE

FLの範囲	地表面からの深度x(m)	動的せん断強度比R	
		R ≤ 0.3	0.3 < R
FL ≤ 1/3	0 ≤ x ≤ 10	0	1/6
	10 < x ≤ 20	1/3	1/3
1/3 < FL ≤ 2/3	0 ≤ x ≤ 10	1/3	2/3
	10 < x ≤ 20	2/3	2/3
2/3 < FL ≤ 1	0 ≤ x ≤ 10	2/3	1
	10 < x ≤ 20	1	1

※土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」平成26年3月P412より引用

今回、リリース予定の「U型水路の設計」「自立式矢板（護岸・水路）の設計」では、上記の主な改定内容の対応及び機能追加等を行ったプログラムとなっております。最寄の営業所へのお問い合わせ、又はホームページなどでご確認下さい。