

泊発電所3号炉

防潮堤の構造成立性評価方針について

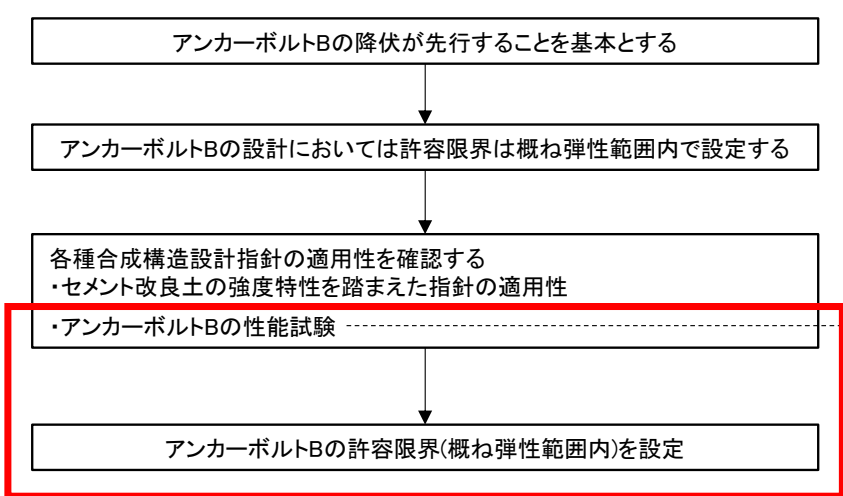
(指摘事項に対する回答)

令和5年8月21日
北海道電力株式会社

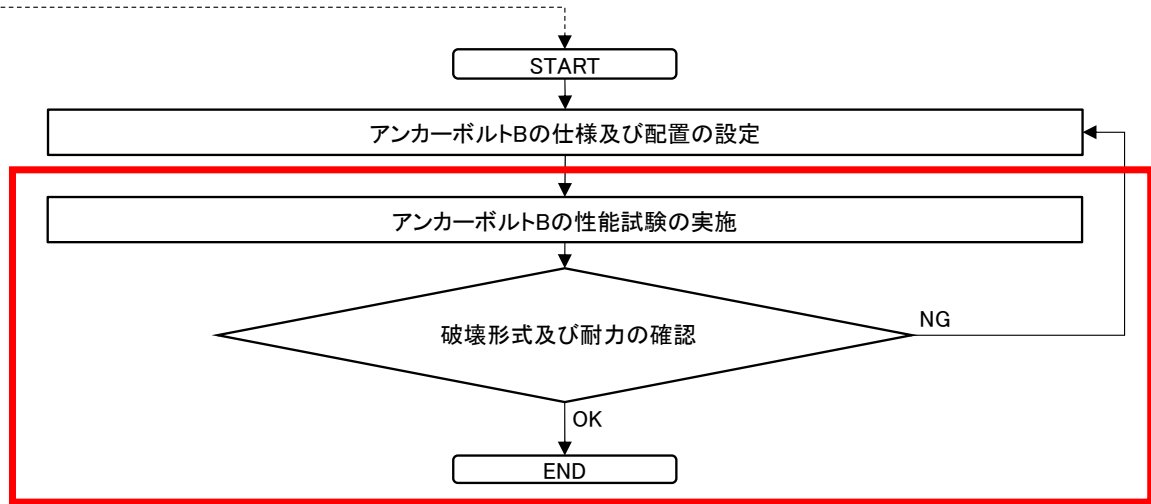
本日の説明主旨	3
審査会合における指摘事項に対する回答	4
補足説明資料1 引張試験の結果:引張1-4	13
補足説明資料2 引張試験の結果:室内配合試験で確認した強度 (16.2N/mm ²) のケース	14
補足説明資料3 せん断試験結果:せん断3	15
補足説明資料4 せん断試験の破壊メカニズム	16
補足説明資料5 アンカーボルトBの性能試験の計画 (第1111回審査会合より)	17

本日の説明主旨

- 本日は、第1089回審査会合における指摘事項221101-04「止水目地のアンカーボルトBの性能試験結果を踏まえた許容限界を含む設計の考え方」に対し回答する。
- 指摘事項の回答に当たっては、第1111回審査会合で説明したアンカーボルトBの性能試験の計画を踏まえて、アンカーボルトBの性能試験結果及びアンカーボルトBの設計で用いる許容限界を説明する。



アンカーボルトBの設計方針



アンカーボルトBの性能試験フロー

第1111回審査会合で説明したアンカーボルトBの設計方針及びアンカーボルトBの性能試験のフロー



今回説明する範囲

【指摘事項 221101-04】

止水目地の構造の一部であるアンカーボルトBの設計について、性能試験の結果を踏まえ、許容限界を含む設計の考え方を説明すること。なお、説明に当たっては、以下の事項を含めて説明すること。

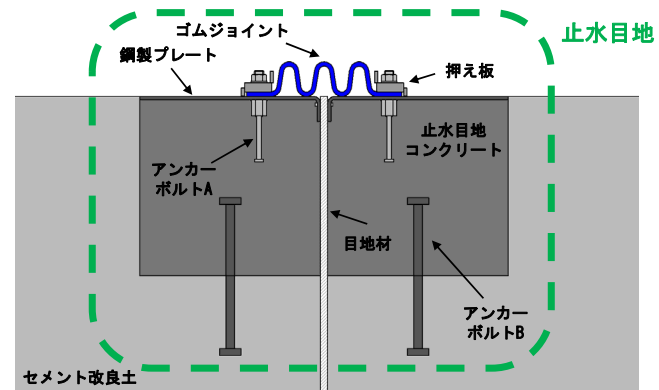
- 性能試験の結果から判定される、アンカーボルトB及びセメント改良土の破壊モード
- 上記破壊モードを踏まえた、止水目地およびセメント改良土に要求される止水機能

【回答】

- アンカーボルトBの性能試験として、「あと施工アンカーの施工手引き（日本建築あと施工アンカー協会，1994年）」（以下、「あと施工アンカーの施工手引き」という。）及び「あと施工アンカーの試験方法の標準化に関する研究（日本建築学会大会学術講演梗概集，1999年）」（以下、「あと施工アンカーの試験方法の標準化に関する研究」という。）を参考に引張試験とせん断試験を実施した。
- 引張耐力及びせん断耐力は「各種合成構造設計指針・同解説（社団法人日本建築学会，2010年）」（以下、「各種合成構造設計指針」という。）に従い算出した。
- 引張試験の結果、試験荷重が「各種合成構造設計指針」に従い算出したアンカーボルトの降伏耐力を上回り、試験体観察を踏まえると破壊形式はアンカーボルトの降伏と判断した。
- せん断試験の結果、試験荷重が「各種合成構造設計指針」に従い算出した支圧破壊耐力を上回り、試験体観察を踏まえると破壊形式は支圧破壊と判断した。
- 以上より、防潮堤のセメント改良土に定着するアンカーボルトの設計（耐力及び破壊形式）については、「各種合成構造設計指針」の適用性がある。
- アンカーボルトB及びセメント改良土に要求される止水機能は、「各種合成構造設計指針」に従い概ね弾性範囲内になるよう許容限界を設定し、アンカーボルトBに発生する引張力及びせん断力が許容限界を満足するように設計することで確保する。

1	「各種合成構造設計」に従い算出した耐力及び想定される破壊形式
2	引張試験の方法
3	引張試験の結果
4	せん断試験の方法
5	せん断試験の結果
6	許容限界の設定方針
7	止水目地及びセメント改良土に要求される止水機能

指摘事項 221101-04に対する回答の構成



止水目地設置概要

審査会合における指摘事項に対する回答(2/9)【指摘事項 221101-04】

【1. 「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力及び想定される破壊形式】

- アンカーボルトBの性能試験における各破壊形式の耐力及び想定される破壊形式を下表に示す。
- アンカーボルトBの性能試験の試験体数は、「あと施工アンカーの施工手引き」に従い、引張試験は5試験体、せん断試験は3試験体とした。
- 下表の参考値は、セメント改良土の圧縮強度を設計基準強度(6.5N/mm²)と設定して「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力を記載した。
- 各試験体のセメント改良土の強度は、6.5N/mm²を目標として強度予測し圧縮強度を試験日に確認したところ、引張は6.4~7.9N/mm²、せん断は5.4~5.9N/mm²であった。
- 「各種合成構造設計指針」に従うと、引張耐力は83.0kNで破壊形式はアンカーボルトの降伏になり、せん断耐力は40.2kNで破壊形式は支圧破壊になる。
- アンカーボルトBの性能試験では、想定される耐力までアンカーボルト及びセメント改良土の破壊が生じないこと、破壊形式が「各種合成構造設計指針」と同じになることを確認する。

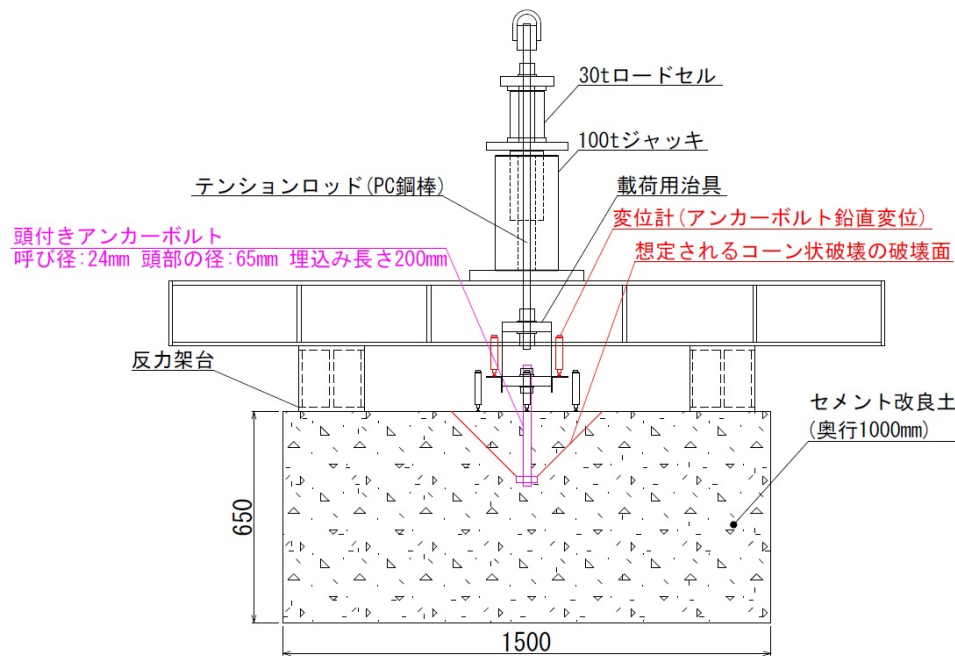
引張試験	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力 ^{※1}			想定される 破壊形式
		アンカーボルト の降伏(kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	83.0	131.6	111.8	アンカーボルト の降伏
引張1-1	7.9	83.0	145.1	135.8	
引張1-2	6.4	83.0	130.6	110.1	
引張1-3	6.9	83.0	135.6	118.6	
引張1-4	6.6	83.0	132.6	113.5	
引張1-5	6.7	83.0	133.6	115.2	

せん断試験	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力 ^{※1}			想定される 破壊形式
		アンカーボルト の降伏 ^{※2} (kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	194.0	65.7 ^{※3}	40.2	支圧破壊
せん断1	5.4	194.0	59.9	36.9	
せん断2	5.4	194.0	59.9	35.8	
せん断3	5.9	194.0	62.6	40.5	

※1:「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力は、セメント改良土の圧縮強度及び弾性係数を用いて、低減係数は1.0として算出した。
 ※2:せん断のアンカーボルトの降伏耐力は、第1111回審査会合において、アンカーボルトの鋼材をSS400と設定しアンカーボルトの降伏耐力を58.1kNとした。今回、せん断試験では、アンカーボルトの鋼材をSS400と設定するとアンカーボルトの降伏耐力(58.1kN)と支圧破壊耐力(40.2kN)の差が小さいため、鋼材をSCM435としたことから、アンカーボルトの降伏耐力はSCM435の降伏強度に基づき194.0kNとした。
 ※3:せん断のコーン状破壊耐力は、第1111回審査会合において、アンカーボルトBのヘリあきを232mm以上と設定し、コーン状破壊耐力の設計値を66.8kNとして説明した。今回、アンカーボルトBの性能試験は、試験の耐力が保守的な条件になるようにヘリあきを230mmに変更したことから、コーン状破壊耐力は65.7kNとした。

【2. 引張試験の方法】

- 引張試験は、「あと施工アンカーの施工手引き」及び「あと施工アンカーの試験方法の標準化に関する研究」を参考に実施した。
- 試験時のセメント改良土の強度は、設計基準強度 ($6.5\text{N}/\text{mm}^2$) 相当とした。
- 反力架台は、想定されるコーン状破壊の破壊面に干渉しないように配置した。
- アンカーボルトが降伏する荷重は、規格降伏点強度に基づき算出すると83.0kNとなるが、材料試験では約135kNであった。



引張試験概要図(側面図)



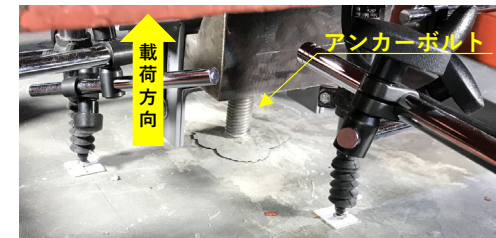
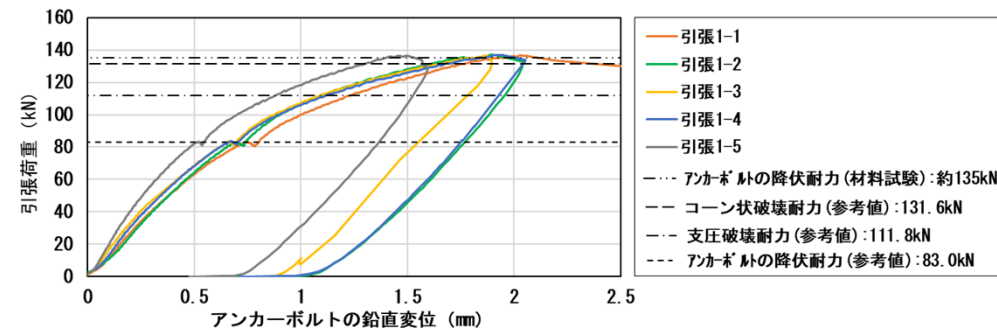
引張試験イメージ写真

【3. 引張試験の結果：試験結果の概要と考察】

- 引張試験最大荷重は、アンカーボルトの材料試験の降伏荷重約135kN以上になった。
- 引張荷重-アンカーボルトの鉛直変位関係より、アンカーボルトの降伏耐力83kN (規格降伏点強度を踏まえた耐力) を超える約100kNまで概ね直線であったことから、約100kNまでは弾性範囲と判断した。
- 引張荷重が136.5kNに到達するまではコーン状破壊も支圧破壊も生じなかった※1ことから、破壊形式はアンカーボルトの降伏と判断した。
- 以上より、防潮堤のセメント改良土に定着するアンカーボルトの引張に関する設計については「各種合成構造設計指針」の適用性があると判断した。
- なお、引張1-1は、引張試験最大荷重が約135kNに到達した後も載荷を続けたが、荷重が増加することなく変位が大きくなった結果であり、以降の引張1-2～引張1-5は約135kNに到達した後に除荷した結果である。
- セメント改良土の圧縮強度が最も設計基準強度 (6.5N/mm²) に近い引張1-4の試験結果を補足説明資料1に示す。
- また、参考として、セメント改良土の材齢日数を室内配合試験と同じ材齢日数とした引張試験について、補足説明資料2に結果を示す。

※1:アンカーボルト周辺のセメント改良土の表面にひび割れを確認したが、ひび割れは深度方向に続いていなかったため、耐力に影響を及ぼす破壊ではないと判断した。

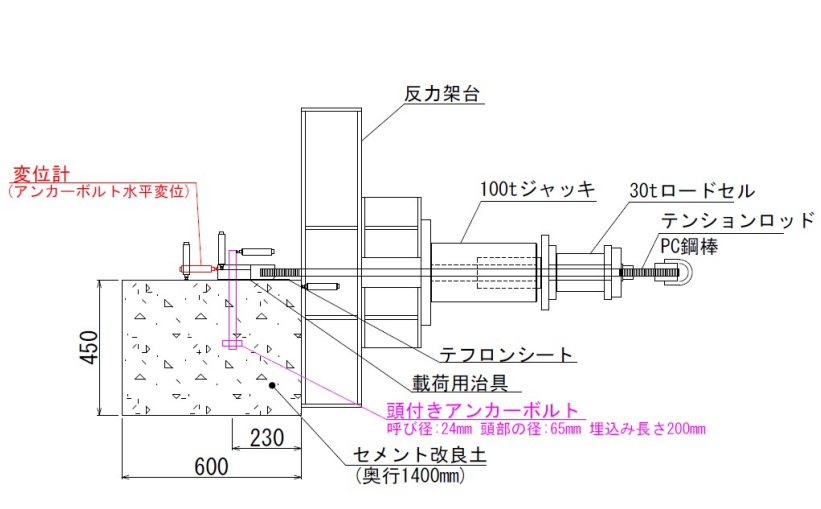
	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力			引張試験 最大荷重 (kN)
		アンカーボルトの 降伏(kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	83.0	131.6	111.8	
引張1-1	7.9	83.0	145.1	135.8	136.6
引張1-2	6.4	83.0	130.6	110.1	137.1
引張1-3	6.9	83.0	135.6	118.6	136.6
引張1-4	6.6	83.0	132.6	113.5	137.0
引張1-5	6.7	83.0	133.6	115.2	136.5



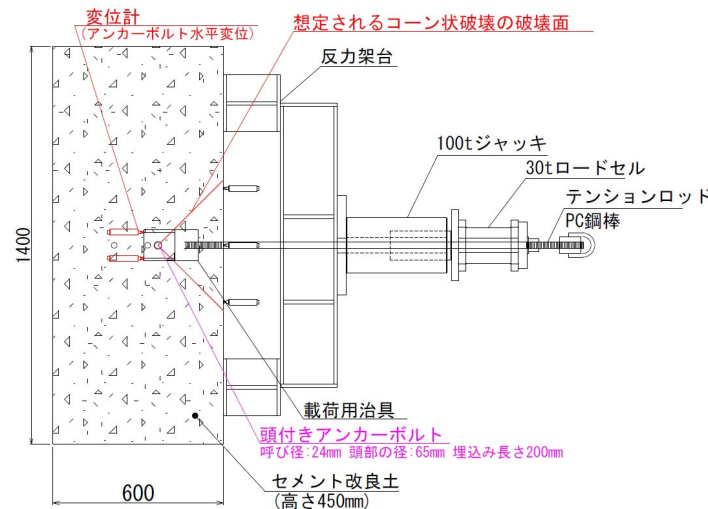
引張試験最大荷重載荷時の状況写真

【4. せん断試験の方法】

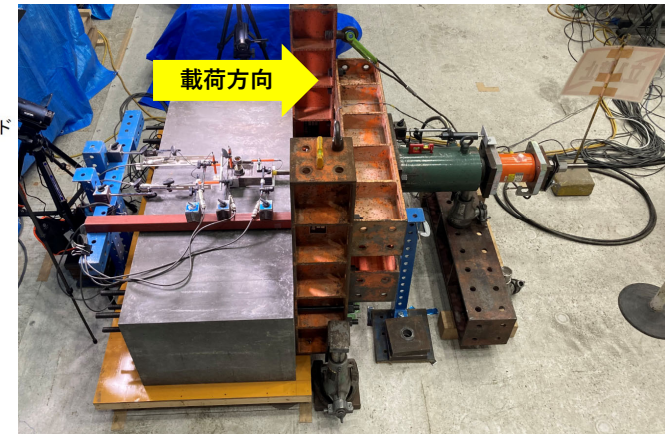
- せん断試験は、引張試験と同様に、「あと施工アンカーの施工手引き」及び「あと施工アンカーの試験方法の標準化に関する研究」を参考に実施した。
- 試験時のセメント改良土の圧縮強度は、設計基準強度 (6.5N/mm²) 相当とした。
- 反力架台は、想定されるコーン状破壊の破壊面に干渉しないように配置した。



せん断試験概要図 (側面図)



せん断試験概要図 (平面図)

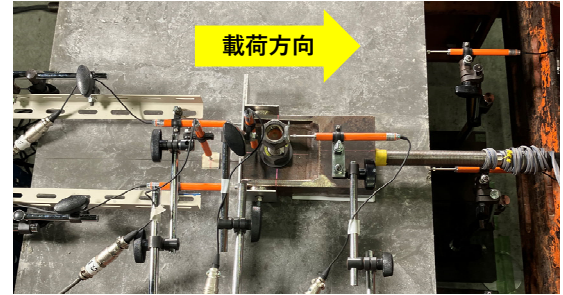
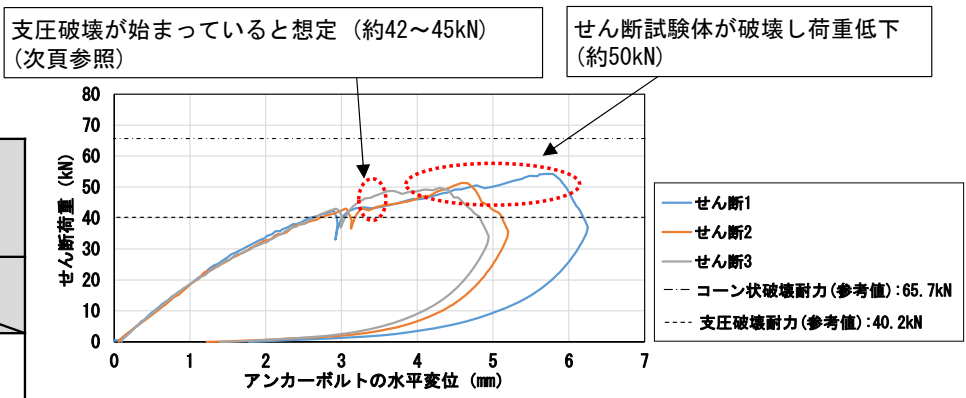


せん断試験状況写真

【5-1. せん断試験の結果：試験結果の概要と考察】

- せん断試験最大荷重は、49.7kN以上となった。
- せん断荷重-アンカーボルトの水平変位関係は、せん断荷重42~45kNまでは概ね直線であったことから、約42~45kNまでは弾性範囲と判断した。
- せん断荷重が約50kNに到達すると、せん断試験体が破壊し荷重が低下した（破壊メカニズムは補足説明資料4を参照）。
- 破壊形式を確認するためのせん断試験を追加実施したところ、支圧破壊が先行すると想定されたことから、破壊形式は支圧破壊と判断した（次頁参照）。
- 以上より、防潮堤のセメント改良土に定着するアンカーボルトのせん断に関する設計については「各種合成構造設計指針」の適用性があると判断した。
- セメント改良土の圧縮強度が最も設計基準強度 (6.5N/mm²) に近いせん断3の試験結果を補足説明資料3に示す。

	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力			せん断試験 最大荷重 (kN)
		アンカーボルトの 降伏 (kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	194.0	65.7	40.2	
せん断1	5.4	194.0	59.9	36.9	54.3
せん断2	5.4	194.0	59.9	35.8	51.3
せん断3	5.9	194.0	62.6	40.5	49.7

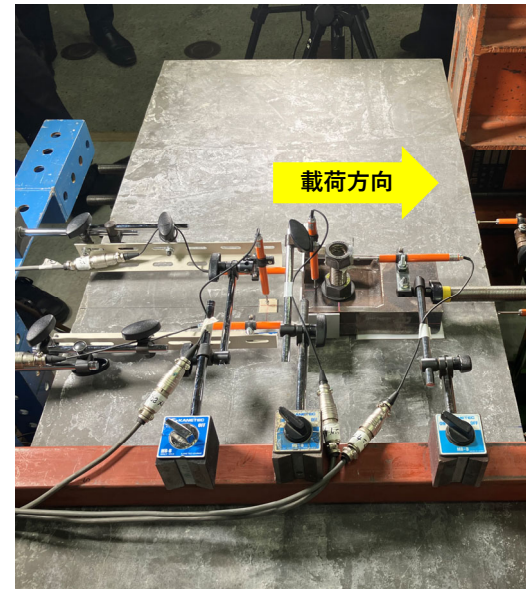
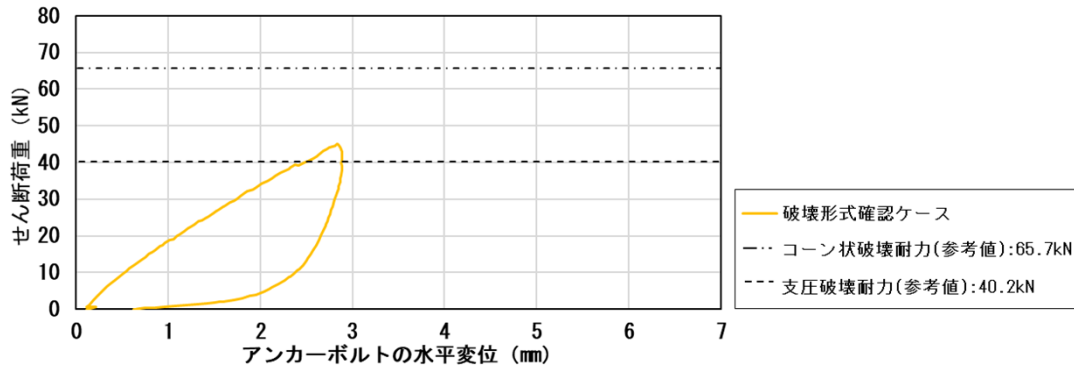


せん断試験最大荷重載荷後の状況写真

【5-2. せん断試験の結果：破壊形式確認ケースの結果】

- 支圧破壊が先行することを確認するための追加試験を行った。
- 目標荷重は、せん断試験で弾性範囲と判断した約45kNとした。
- 45.0kNまで载荷した後、荷重を除荷し、载荷用治具を取り外して破壊状況を確認した。
- アンカーボルト近傍の状況を観察したところ、セメント改良土の表面がわずかに剥離していたことから、支圧破壊が始まっていることが想定された。
- 上記より、支圧破壊耐力を上回るせん断荷重では、支圧破壊が先行すると判断した。

	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力			せん断試験 最大荷重 (kN)
		アンカーボルトの 降伏(kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	194.0	65.7	40.2	
破壊形式 確認ケース	6.2	194.0	64.1	40.2	45.0



せん断試験最大荷重载荷後の状況写真



せん断試験後の状況写真

【6. 許容限界の設定方針】

- アンカーボルトBの性能試験により, 防潮堤のセメント改良土に定着するアンカーボルトの設計における「各種合成構造設計指針」の適用性を確認した。
- アンカーボルトBの許容限界は, 「各種合成構造設計指針」に従い, 各破壊形式の耐力に低減係数を乗じたもののうち最小値を設定する。
 - 引張の許容限界は, アンカーボルトの降伏の83.0kNとする。
 - せん断の許容限界は, 支圧破壊の26.8kNとする。
- また, アンカーボルトBの性能試験の結果から, 「各種合成構造設計指針」に従い設定する許容限界を下回る荷重においては, アンカーボルトBは概ね弾性的な挙動を示すことが確認された。

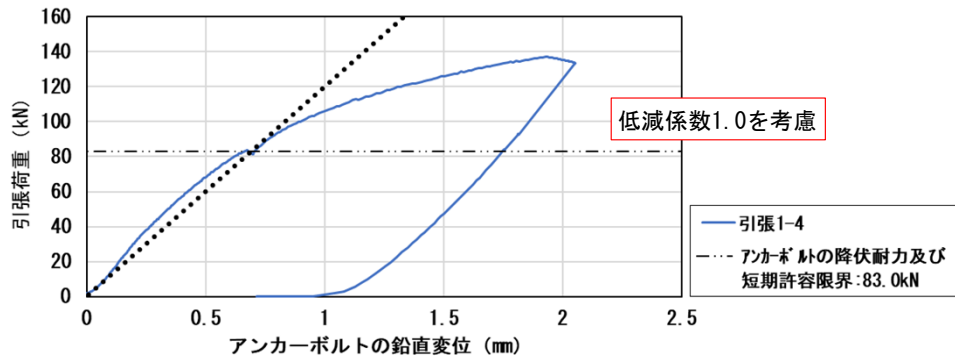
引張の耐力及び許容限界

	アンカーボルトの降伏(kN)	コーン状破壊(kN)	支圧破壊(kN)
耐力※1	83.0	131.6	111.8
低減係数	1.0	2/3	-
許容限界	83.0	87.7	111.8

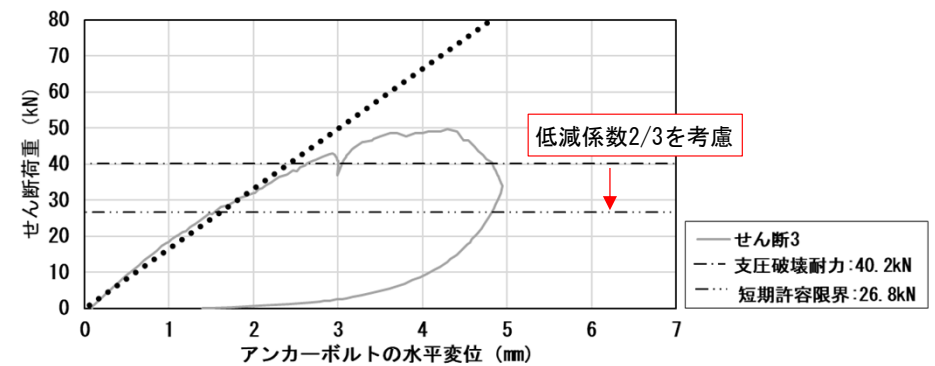
せん断の耐力及び許容限界

	アンカーボルトの降伏(kN)	コーン状破壊(kN)	支圧破壊(kN)
耐力※1	58.1	65.7	40.2
低減係数	1.0	2/3	2/3
許容限界	58.1	43.8	26.8

※1: 耐力は, セメント改良土の解析用物性値に基づき, 圧縮強度を6.5N/mm², 弾性係数を8,000N/mm²と設定し, 低減係数は1.0として算出した。



引張試験結果 (引張1-4)

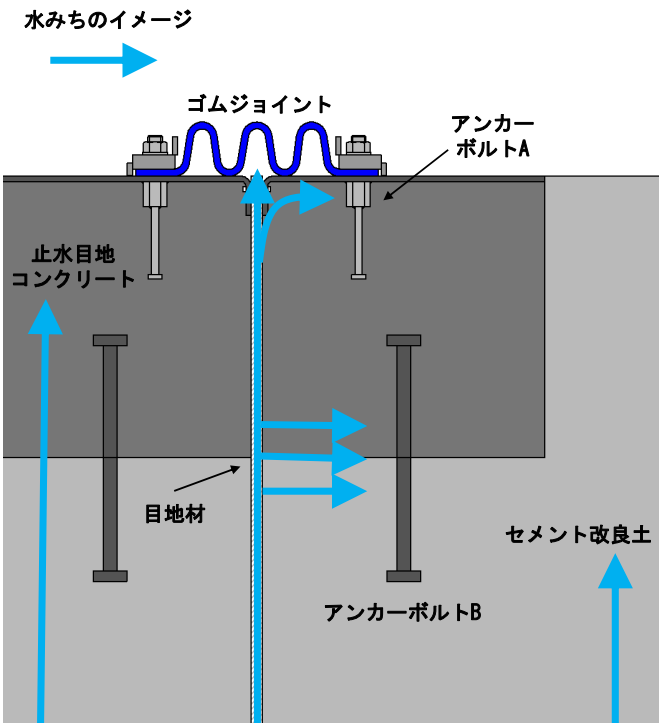


せん断試験結果 (せん断3)

【7. 止水目地及びセメント改良土に要求される止水機能】

- 止水目地のうち止水性が要求される部位と、設計で用いる許容限界について以下のとおり整理した。
- アンカーボルトB及びセメント改良土に要求される止水機能は、「各種合成構造設計指針」に従い概ね弾性範囲内になるよう許容限界を設定し、アンカーボルトBに発生する引張力及びせん断力が許容限界を満足するように設計することで確保する。

止水目地及びセメント改良土のうち止水性が要求される部位と設計で用いる許容限界※1



部位の名称	照査項目		設計で用いる許容限界
	健全性	止水性	
ゴムジョイント	変形	変形 水圧	ゴムジョイントの性能試験に基づき決定した許容変形量及び許容水圧
アンカーボルトA	—※2	引張力 せん断力	各種合成構造設計指針に従い決定した許容引張力及び許容せん断力※3
止水目地コンクリート	すべり安全率※4		すべり安全率1.2以上※4
セメント改良土	すべり安全率※4		すべり安全率1.2以上※4
アンカーボルトB	引張力 せん断力		【止水目地コンクリート側】 各種合成構造設計指針に従い決定した許容引張力及び許容せん断力※3 【セメント改良土側】 アンカーボルトBの性能試験に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※3 【止水目地コンクリート及びセメント改良土の境界面】 アンカーボルトBの性能試験に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※3

※1: 第1111回審査会合資料1-2-1のうち、P86及びP98、P145に基づき記載した。

※2: 地震時はゴムジョイントに張力が生じないことから、評価対象外とする。

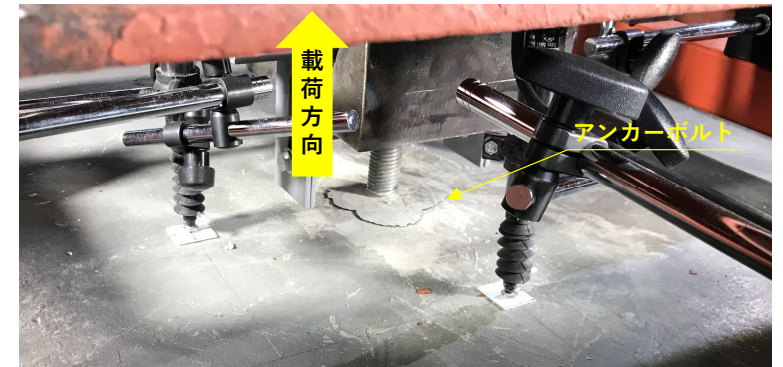
※3: 許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの降伏及びせん断強度、並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。

※4: 第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。

補足説明資料1 引張試験の結果:引張1-4

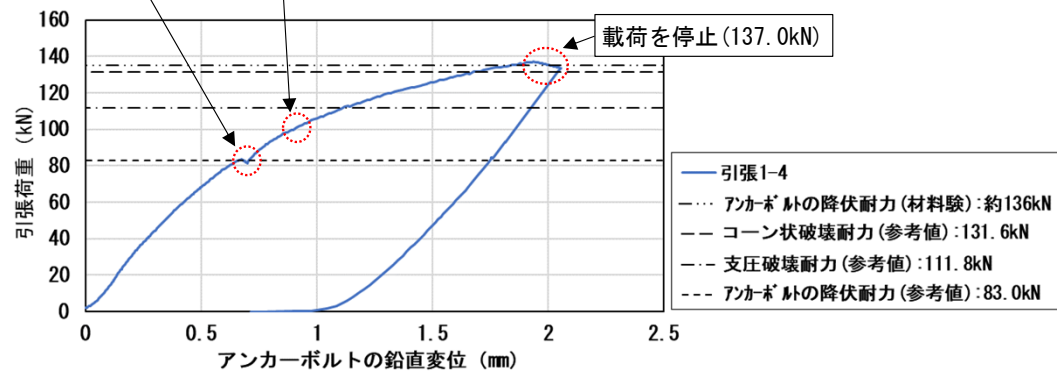
- 引張荷重を83.0kNまで载荷し、試験体の観察を行ったが、アンカーボルト及びセメント改良土の変状は確認されなかった。
- 引続き载荷したところ、引張荷重が約100kNを超えてから、引張荷重-アンカーボルトの鉛直変位関係が曲線になり始め、アンカーボルトの材料試験で確認した降伏荷重約135kNを上回る137.0kNで载荷を停止した。
- 载荷停止後に試験体を観察したところ、アンカーボルト近傍のセメント改良土に円形状のひび割れを確認した。
- アンカーボルト近傍のセメント改良土のひび割れは深度方向に続いていなかったため、コーン状破壊のように耐力に影響を及ぼす破壊ではないと判断した。

	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力			引張試験最大荷重 (kN)
		アンカーボルトの 降伏(kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	83.0	131.6	111.8	
引張1-4	6.6	83.0	132.6	113.5	137.0



引張試験最大荷重载荷時の状況写真

試験体観察を実施(83.0kN)
 引張荷重-アンカーボルトの変位関係が曲線化(約100kN以降)

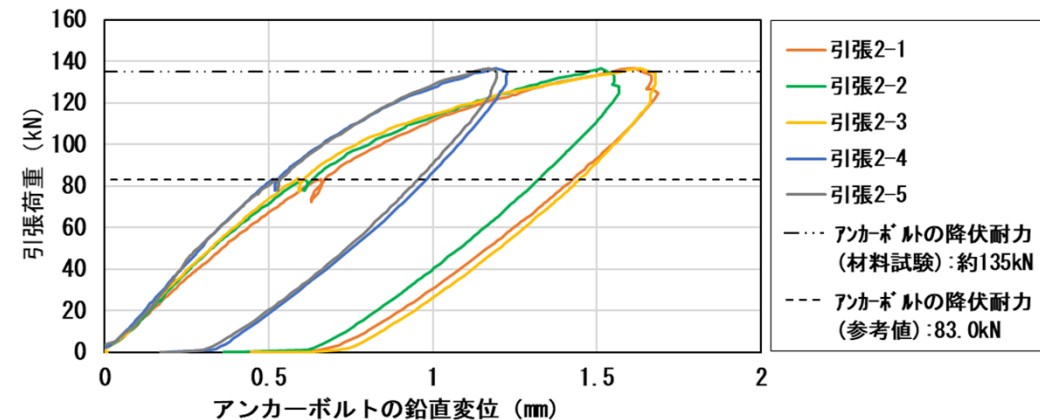


(ひび割れ箇所除去前) (ひび割れ箇所除去後)
 引張試験後の状況写真

補足説明資料2 引張試験の結果:室内配合試験で確認した強度 (16.2N/mm²) のケース

- 下表の参考値は、セメント改良土の圧縮強度を室内配合試験で確認した強度 (16.2N/mm²) と設定して「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力を記載した。
- 引張試験最大荷重は、アンカーボルトの材料試験で確認した降伏荷重約135kN以上になった。
- 引張荷重-アンカーボルトの鉛直変位関係は、アンカーボルトの降伏耐力83.0kNを超える約100kNまでは概ね直線であったことから、約100kNまでは弾性範囲と判断した。
- なお、引張荷重約135kNより小さい荷重ではコーン状破壊も支圧破壊も生じなかったことから、破壊形式はアンカーボルトの降伏と判断した。
- 本ケースの結果は、セメント改良土の強度を設計基準強度 (6.5N/mm²) 相当としたケースの結果と同様の傾向であった。

	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力			引張試験 最大荷重 (kN)
		アンカーボルトの 降伏(kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	16.2	83.0	207.8	278.6	
引張2-1	10.3	83.0	165.7	177.1	136.6
引張2-2	13.4	83.0	188.9	230.4	136.5
引張2-3	12.6	83.0	183.2	216.7	136.6
引張2-4	13.9	83.0	192.4	239.0	136.5
引張2-5	14.0	83.0	193.1	240.7	136.6

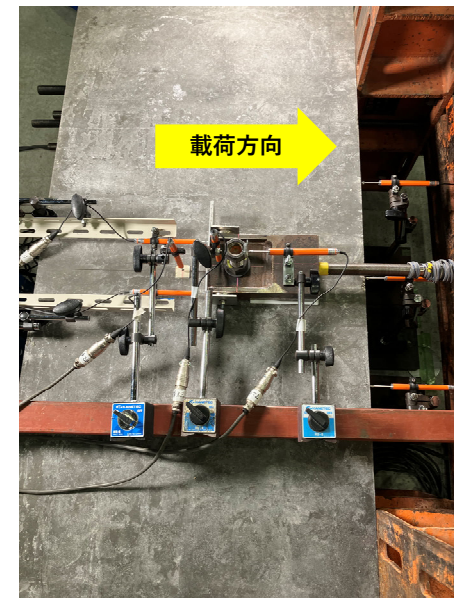
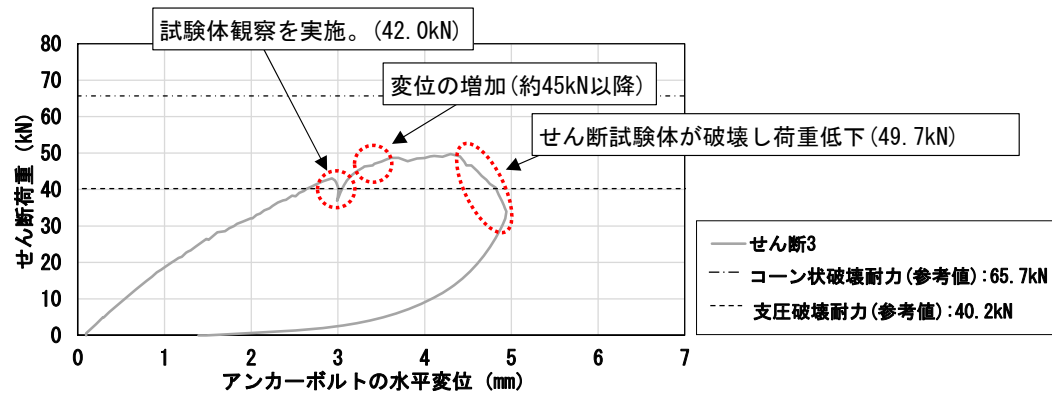


補足説明資料3 せん断試験の結果:せん断3

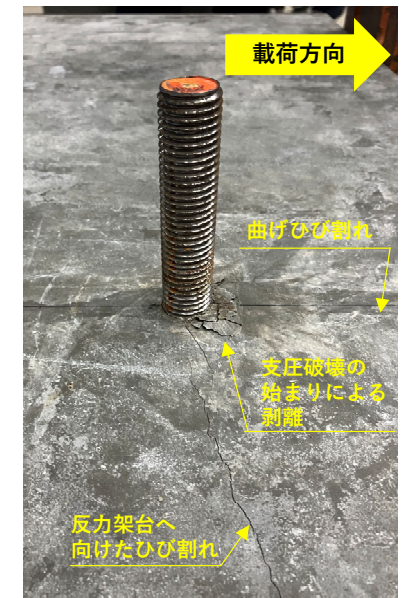
- 支圧破壊耐力の予測値※1まで載荷した後に試験体を観察したところ、アンカーボルトやセメント改良土の変状は確認されなかった。
- 載荷を継続したところ、約45kN以降からせん断荷重-アンカーボルト変位関係が曲線になり始めた。
- せん断荷重49.7kNにおいてせん断荷重が低下したことから、試験後にひび割れ観察により破壊形式を考察した(次頁参照)。
- 上記の破壊については、支圧破壊耐力の時点で反力架台方向のひび割れが生じていないことから、アンカーボルトBのせん断耐力を決定する破壊形式ではないと考えられる。

※1:せん断試験の当日に試験体の圧縮強度試験を並行して実施したため、試験当日の圧縮強度に基づいた支圧破壊耐力は不明であった。そのため、支圧破壊耐力をやや上回る42kNを試験体観察の予測値と設定した。

	セメント改良土の 圧縮強度 (N/mm ²)	「各種合成構造設計指針」に従い算出した耐力			せん断試験 最大荷重 (kN)
		アンカーボルトの 降伏(kN)	コーン状破壊 (kN)	支圧破壊 (kN)	
参考値	6.5	194.0	65.7	40.2	49.7
せん断3	5.9	194.0	62.6	40.5	



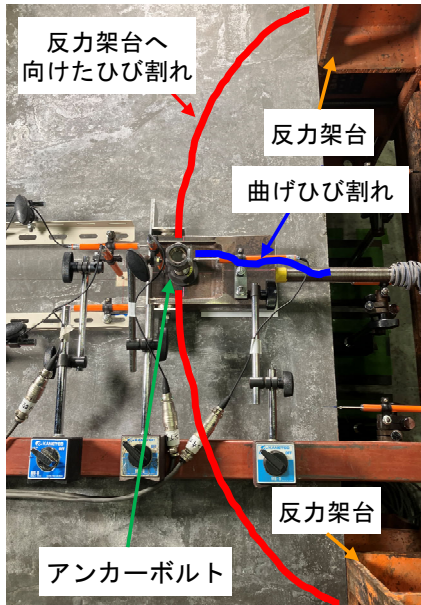
せん断試験最大荷重載荷後の状況写真



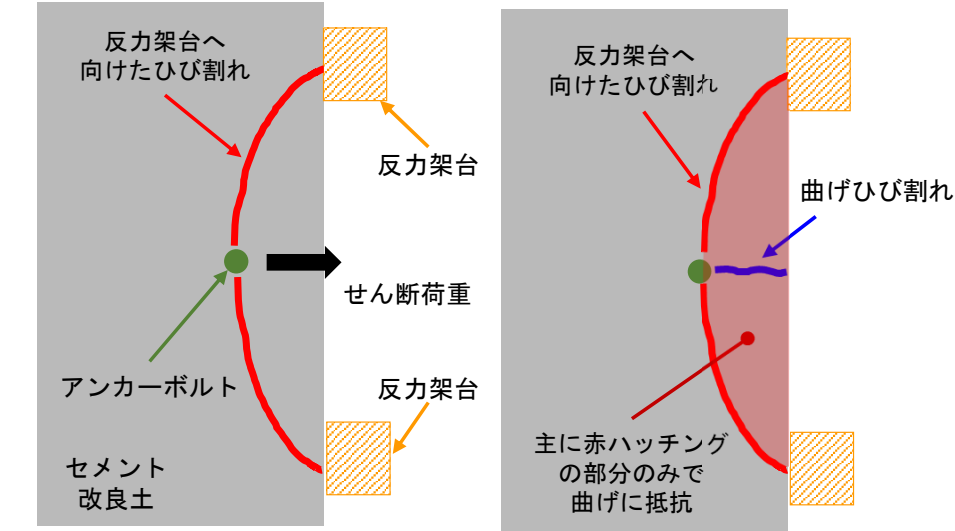
せん断試験後状況写真

補足説明資料4 せん断試験の破壊メカニズム

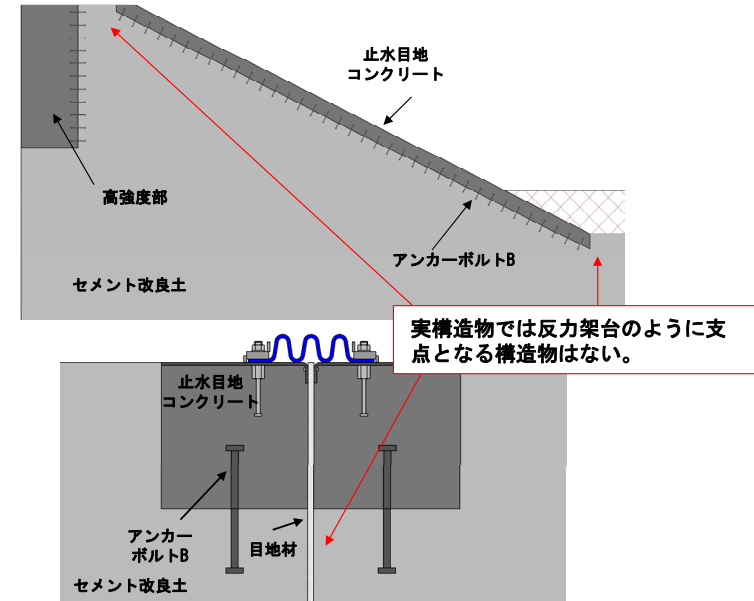
- せん断試験後のひび割れを観察したところ、アンカーボルトを起点として反力架台方向及びへりあき方向に発生していた。
- せん断供試体の破壊メカニズムは、ひび割れの状況から以下のとおりと考察する。
 - ① せん断荷重の増加とともに、アンカーボルトと反力架台を結ぶ方向へひび割れが発生した。
 - ② 上記①のひび割れに囲まれた範囲が、反力架台を支点、へりあきを高さとする梁部材として挙動することになり、同部分のアンカーボルトからへりあき方向に曲げひび割れが生じることで荷重が低下した。
- 上記の破壊メカニズムは、支点となる反力架台があることで生じる。
- 実構造物では、反力架台のように支点となる構造物はないことから、上記の破壊は生じない。
- なお、ひび割れの傾向は、せん断1～せん断3で共通しており、同様の破壊メカニズムと考えられる。



せん断試験後のひび割れ状況



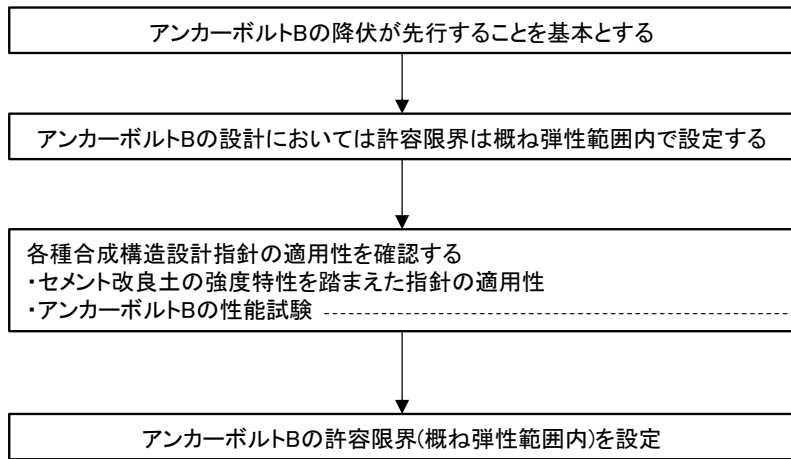
せん断供試体の破壊メカニズム



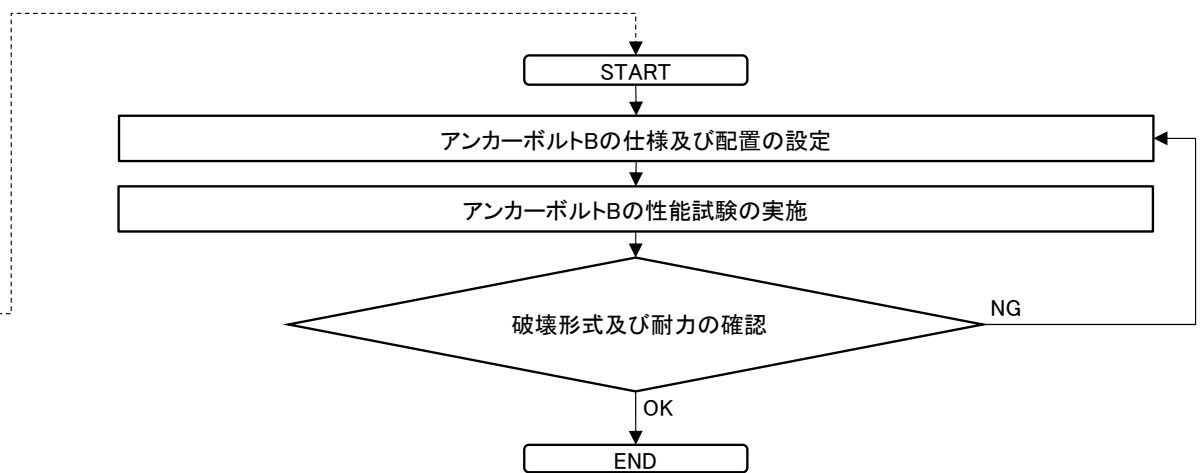
防潮堤イメージ図

【アンカーボルトBの設計方針】

- アンカーボルトBの設計方針及び性能試験フローは、下図のとおりである。
- アンカーボルトの設計指針は、各種合成構造設計指針、「コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工指針（公益社団法人土木学会，2014年）」及び「あと施工アンカー施工指針（案）（一般社団法人日本建築あと施工アンカー協会，2016年）」がある。
- アンカーボルトBの設計で参考にする指針は、アンカーボルトBは先付け工法を計画していることから、先付け工法の設計に関する記載がある各種合成構造設計指針とする。
- アンカーボルトBの設計においては、各種合成構造設計指針を参考に、アンカーボルトBの降伏が先行することを基本とし、許容限界は概ね弾性範囲内で設定する。
- 各種合成構造設計指針の適用性の確認並びにアンカーボルトBの仕様及び許容限界の設定については、アンカーボルトBの性能試験で確認する破壊形式及び耐力を踏まえて行う。



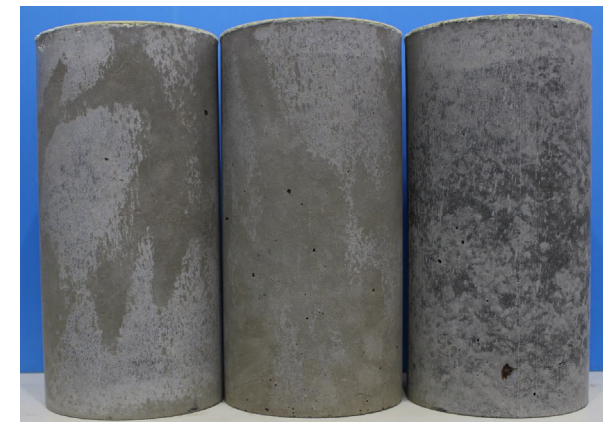
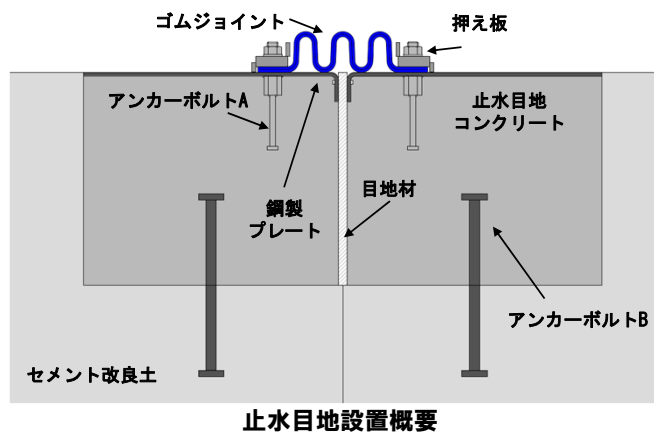
アンカーボルトBの設計方針



アンカーボルトBの性能試験フロー

【セメント改良土の強度特性を踏まえた指針の適用性 (1/3)】

- セメント改良土の設計基準強度 ($6.5\text{N}/\text{mm}^2$) は、各種合成構造設計指針の適用範囲 ($18\text{N}/\text{mm}^2 \sim 48\text{N}/\text{mm}^2$) 外であるが、セメント改良土は以下に示すとおり、コンクリートに類似した特性があることから、各種合成構造設計指針の適用性はあると考えられる。
- セメント改良土は、現場で採取した骨材を用いて、セメント及び水を生コンクリート製造設備と同様の設備で練り混ぜて製造する。
- セメント改良土は、室内配合試験の結果、一軸圧縮強度、S波速度及び静弾性係数が大きい (P61参照)。
- 添加するセメント量は $300\text{kg}/\text{m}^3$ 程度であり、セメントの水和反応により硬化する材料である。



セメント改良土の室内試験用供試体 (φ 150mm, H300mm)

【アンカーボルトBの性能試験 (アンカーボルトBの仕様及び配置の設定 (1/4))】

○ アンカーボルトで想定される破壊形式 (単体配置) を整理した上で、各種合成構造設計指針を参考に、アンカーボルトBの性能試験で想定される破壊形式を選定した。

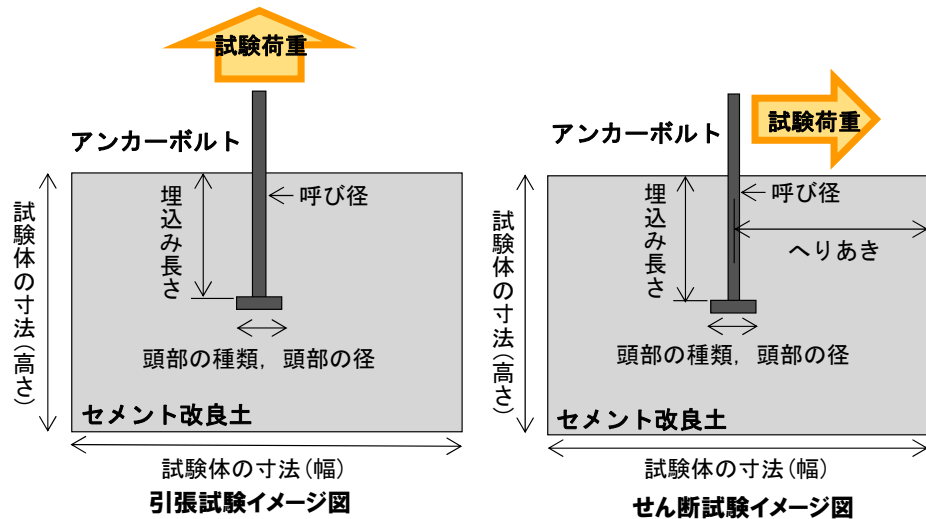
アンカーボルトで想定される破壊形式 (単体配置) ※1

破壊形式	アンカーボルトBの引張耐力を決める破壊形式						アンカーボルトBのせん断耐力を決める破壊形式				
	アンカーボルト	セメント改良土					アンカーボルト	セメント改良土			プライアウト破壊
	鋼材降伏	コーン状破壊	支圧破壊	付着破壊	側方局所破壊	割裂破壊	鋼材降伏	コーン状破壊	支圧破壊	プライアウト破壊	
イメージ図											
説明	アンカーボルトの降伏による破壊	セメント改良土の斜め引張破壊	アンカーボルトの頭部周辺におけるセメント改良土の圧縮破壊	セメント改良土とアンカーボルトの付着部で生じる破壊	へりあきが不足する場合に発生する、セメント改良土の剥離破壊	セメント改良土に生じる曲げ応力による破壊	アンカーボルトの降伏による破壊	セメント改良土の斜め引張破壊	セメント改良土の圧縮破壊	埋込み長さが不足する場合に発生するセメント改良土の剥離破壊	
性能試験で想定される破壊形式	○	○	○	×	×	×	○	○	○	×	
除外理由	—	—	—	頭付きアンカーボルトを使用する場合は、通常これがアンカーボルトの破壊形式を支配することはないとされている。	各種合成構造設計指針に示す仕様を満足することで生じない破壊であるとされている。	薄肉部材に生じる破壊形式であるとされており、防潮堤(セメント改良土)は薄肉部材ではない。	—	—	—	埋込み長さは、プライアウト破壊を防ぐことを前提としてアンカーボルト径の6倍以上とするのがよいとされている。	

※1: 破壊形式は、各種合成構造設計指針を参考に整理した。

【アンカーボルトBの性能試験 (アンカーボルトBの性能試験の実施)】

- アンカーボルトBの性能試験では、「各種合成構造設計指針の適用性」及び「アンカーボルトBの破壊形式及び耐力」の確認を目的とする。
- アンカーボルトBは単体配置を計画していることから、単体配置を想定した引張試験及びせん断試験を実施する。
- 試験体の作製に関する確認項目は下表のとおりとし、試験時にはセメント改良土の圧縮強度及び引張強度を確認する。
- 試験に用いるセメント改良土の強度は、設計基準強度 (6.5N/mm²) 相当及び室内配合試験で確認した強度 (16.2N/mm²) 相当とする。
- なお、P10で発生しないと考えた破壊形式がアンカーボルトの性能試験で確認された場合、若しくは、性能試験に基づいて決定した許容限界がアンカーボルトBに発生する作用力を下回る場合は、アンカーボルトBの仕様及びセメント改良土の強度の見直しを検討する。



試験体の作製に関する確認項目※1

確認項目	仕様	仕様を設定する上での考え方
呼び径	24mm	第1111回審査会合資料1-2-1のP158の仕様と同じ。
頭部の種類	頭付きアンカーボルト	第1111回審査会合資料1-2-1のP158の仕様と同じ。
頭部の径	65mm	第1111回審査会合資料1-2-1のP158の仕様と同じ。
埋込み長さ	200mm	第1111回審査会合資料1-2-1のP158の仕様と同じ。
へりあき (せん断試験)	230mm	試験の耐力が保守的な条件になるように設定する。
試験体の寸法	【引張試験】 幅: 1,000mm, 高さ: 650mm, 奥行き: 1,500mm 【せん断試験】 幅: 600mm, 高さ: 450mm, 奥行き: 1,400mm	引張方向のコーン状破壊面と干渉しないよう設定する。

※1: アンカーボルトBの性能試験は単体配置を想定した引張試験及びせん断試験であることから、配置間隔は確認項目から除く。

※2: へりあきの仕様値は、第1111回審査会合で232mm以下と設定したが、今回、アンカーボルトBの性能試験はへりあきを230mmとして実施した。

※3: セメント改良土の圧縮強度及び引張強度を同じ日に確認し、セメント改良土の引張強度がコンクリート標準示方書[構造性能照査編](公益社団法人土木学会, 2002年制定)に基づき算出した引張強度と概ね同じであることを確認した。