

GEO FORUM 2024 in SHIZUOKA

ジオフォーラム静岡

アンカー健全度調査業務の事例紹介



2024年11月8日

株式会社フジヤマ

防災・環境保全部

望月健太

1.業務概要

2.調査地概要

3.外観調査結果

4.アンカー頭部概略調査（キャップ内調査）結果

5.リフトオフ試験結果

6.総合評価

7.今後の維持管理提案

1.業務概要

○業務目的

急傾斜地崩壊危険区域に指定されている2地区(A地区およびB地区)の既設のアンカー工について、健全度調査のうち下に示す調査結果をもとに健全度を暫定評価し、長寿命化計画変更に資する目的で業務を実施した。また、調査結果をもとに今後の対応を提案した。

○実施内容

(1) 現状調査(既存資料収集、現地調査)

調査地周辺の地形・地質の検討および調査地点の地質構成の判定に加え、現地変状を確認した。

(2) 外観調査

調査対象の法面に施工されたすべてのアンカー(受圧板を含む)の損傷状況を近接目視により点検した。調査対象の法面および擁壁の変状等について現地状況を調査し、アンカー配置変状図を作成した。

(3) アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)

外観調査の結果を踏まえ、変状が確認された箇所を中心にアンカー頭部キャップ等の頭部保護を取り外し、アンカー定着具を露出させ近接目視により点検した。

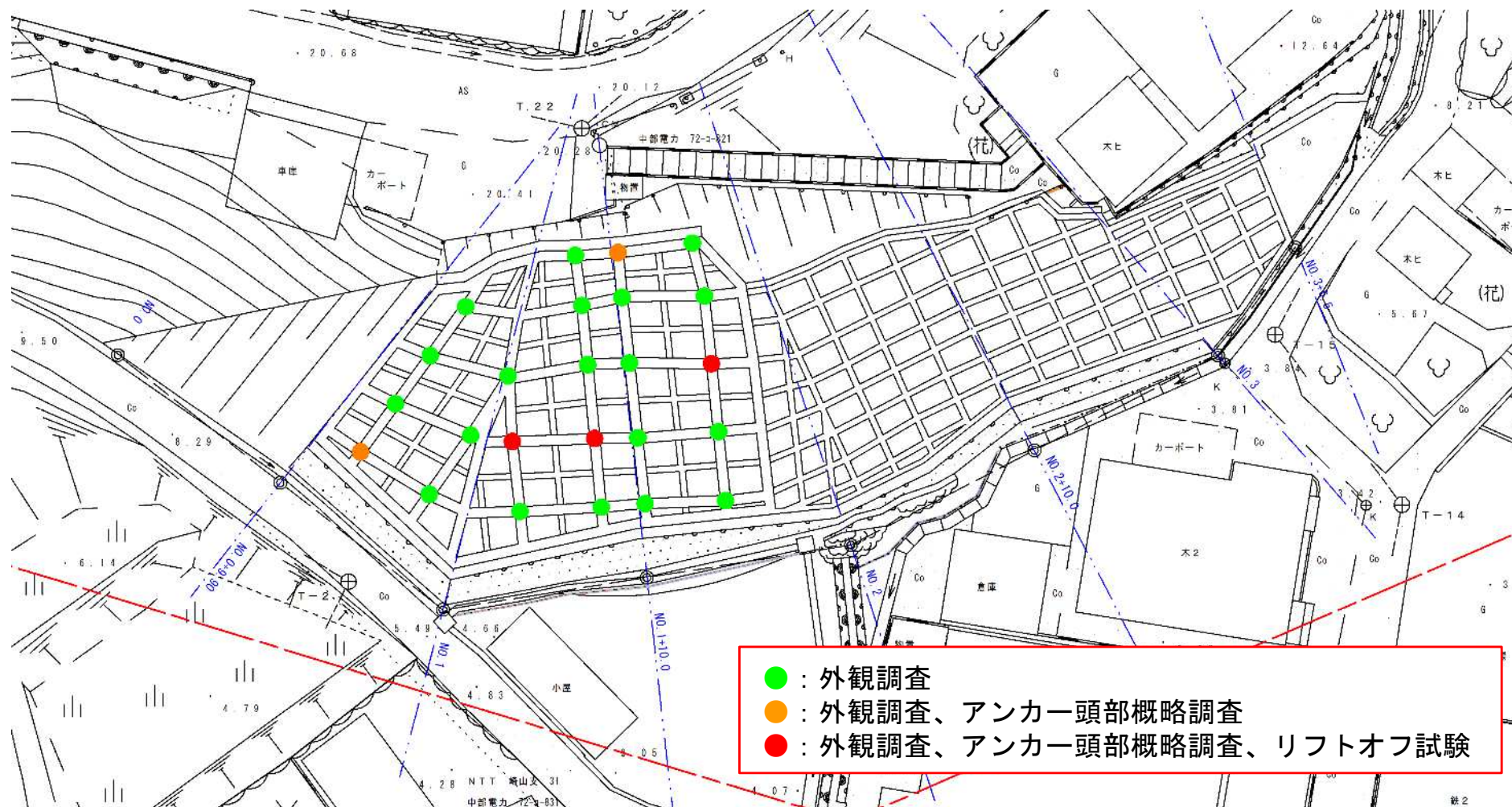
(4) リフトオフ試験

アンカーリフトオフ試験の結果から荷重-変位量曲線を作成、残存荷重の算出・アンカー拘束位置の計算及び荷重-変位特性によりアンカーの評価を行った。

(5) 総合評価

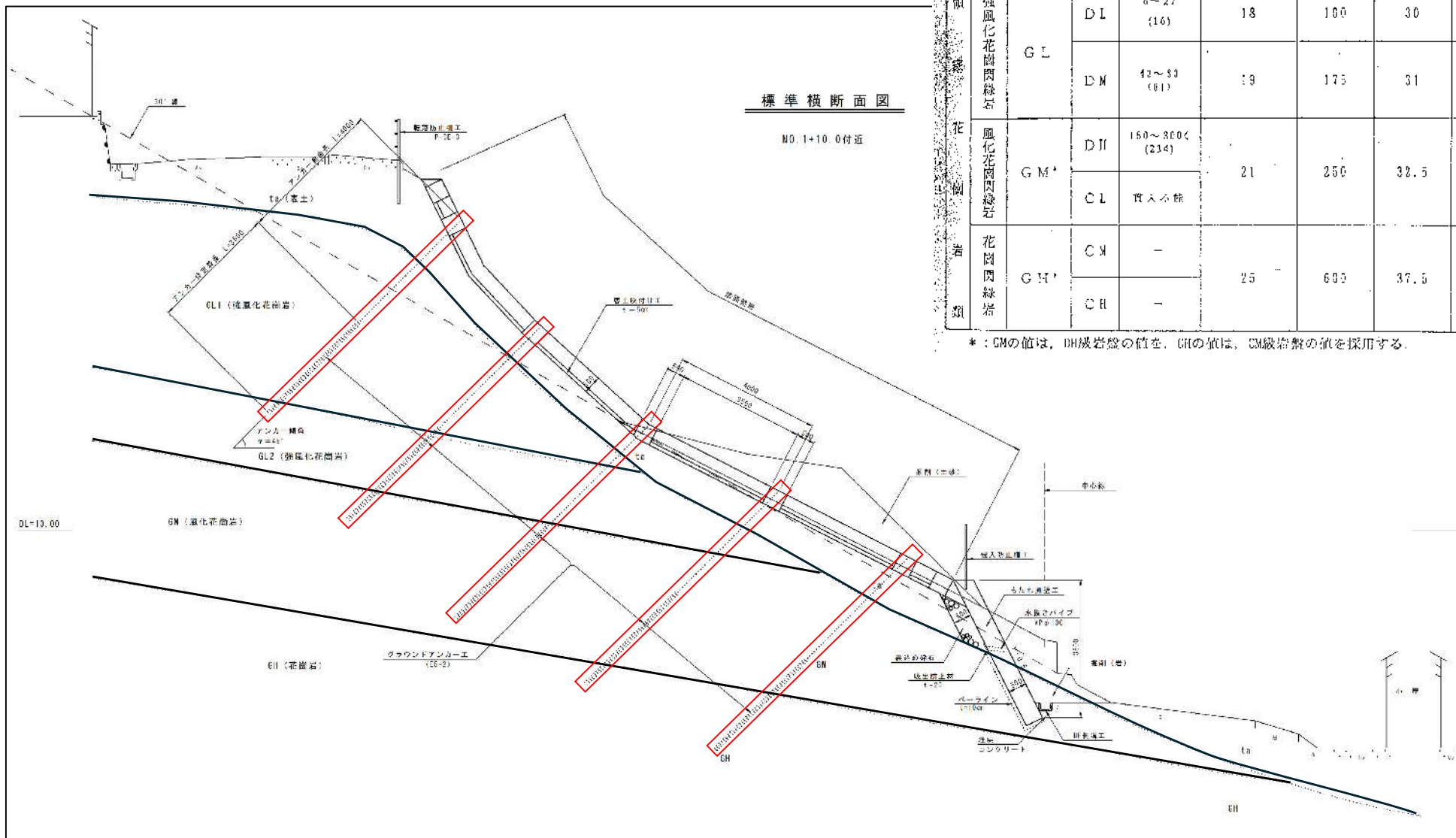
アンカー健全度協会の基準に従い調査結果をとりまとめ、アンカーの健全度を総合評価した。

2.調査地概要 A地区



アンカー諸元			旧タイプアンカーの判定		旧タイプでない ▼
工法名	VSLアンカー	施工本数	24 本	施工延長	20.0 m
使用目的	斜面对策 ▼	準拠基準	地盤工学会基準 (2000年) ▼		
テンドンの種類	多重PC鋼より線 ▼	防錆方法	グラウト+カプセル ▼		
受圧構造物	現場打吹付法枠 ▼	標準的な配置間隔	4m		

2.調査地概要 A地区



地区	質分	地記	質号	岩級区分	(換算) N (代表N)	單位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	変形係数 E (kN/m ²)
	表土		ta	—	6~16 (6)	17	0	24	4,200
傾 地 帯	強風化花崗閃綠岩	GL	DL	6~27 (16)	18	100	30	18,357	
			DM	40~50 (41)	19	175	31	46,222	
花 崗 崗	風化花崗閃綠岩	GM ⁺	DII	150~300 (234)	21	250	32.5	116,877	
			CL	貫入不能					
岩 類	花崗閃綠岩	GM ⁺	CM	—	25	600	37.5	450,000	
			CH	—					

* : GMの値は、DH級岩盤の値を、GRの値は、GM級岩盤の値を採用する。

2.調査地概要 A地区

- ・調査地付近では、主に花崗岩類の露頭が確認された。
- ・ところにより風化が進行しておりマサ化している箇所も認められた。



【花崗岩露頭(遠景)】



【風化花崗岩露頭(遠景)】



【花崗岩露頭(近景)】



【風化花崗岩露頭(遠景)】

【既存資料による地盤定数】

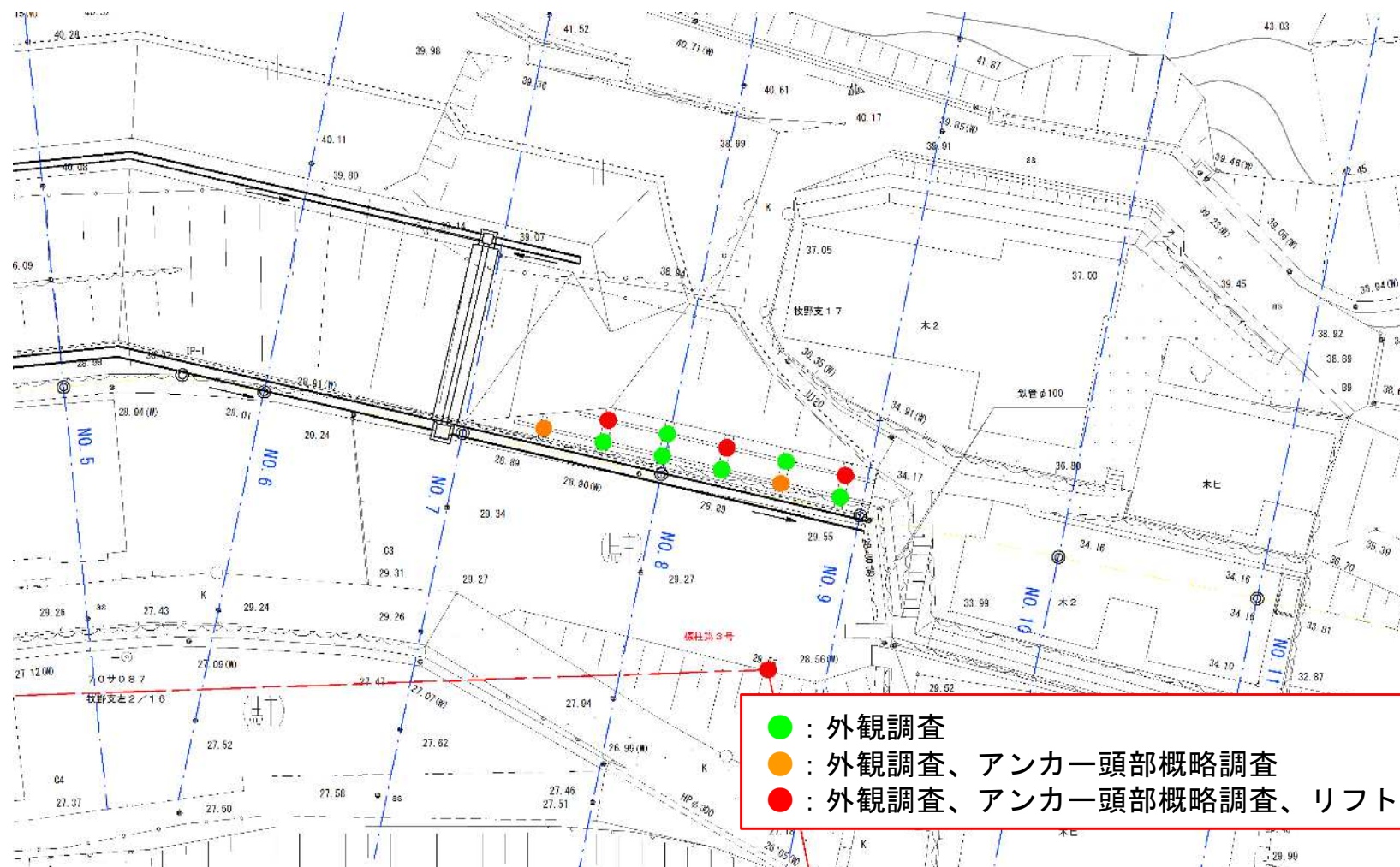
地 区	質 分	地 記 号	岩 級 区 分	(換 算) N 値 (N/10)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	変形係数 E (kN/m ²)
表 土		ta	—	6~14 (6)	17	0	24	4,200
花 崗 岩 類	強 風 化 花 崗 閃 緑 岩	GL	DL	6~27 (16)	18	100	30	18,357
			DM	13~33 (8)	19	175	31	46,222
	風 化 花 崗 閃 緑 岩	GM*	DII	150~300 (234)	21	250	32.5	110,877
			CL	貫入不能				
花 崗 閃 緑 岩		GM*	CM	—	25	600	37.5	450,000
			CH	—				

* : GMの値は、DM成岩盤の値を、CHの値は、CM成岩盤の値を採用する。

○地質層序

- ①表土 (ta)
- ②強風化花崗閃緑岩 (GL1)
- ③強風化花崗閃緑岩 (GL2)
- ④風化花崗閃緑岩 (GM)
- ⑤花崗閃緑岩

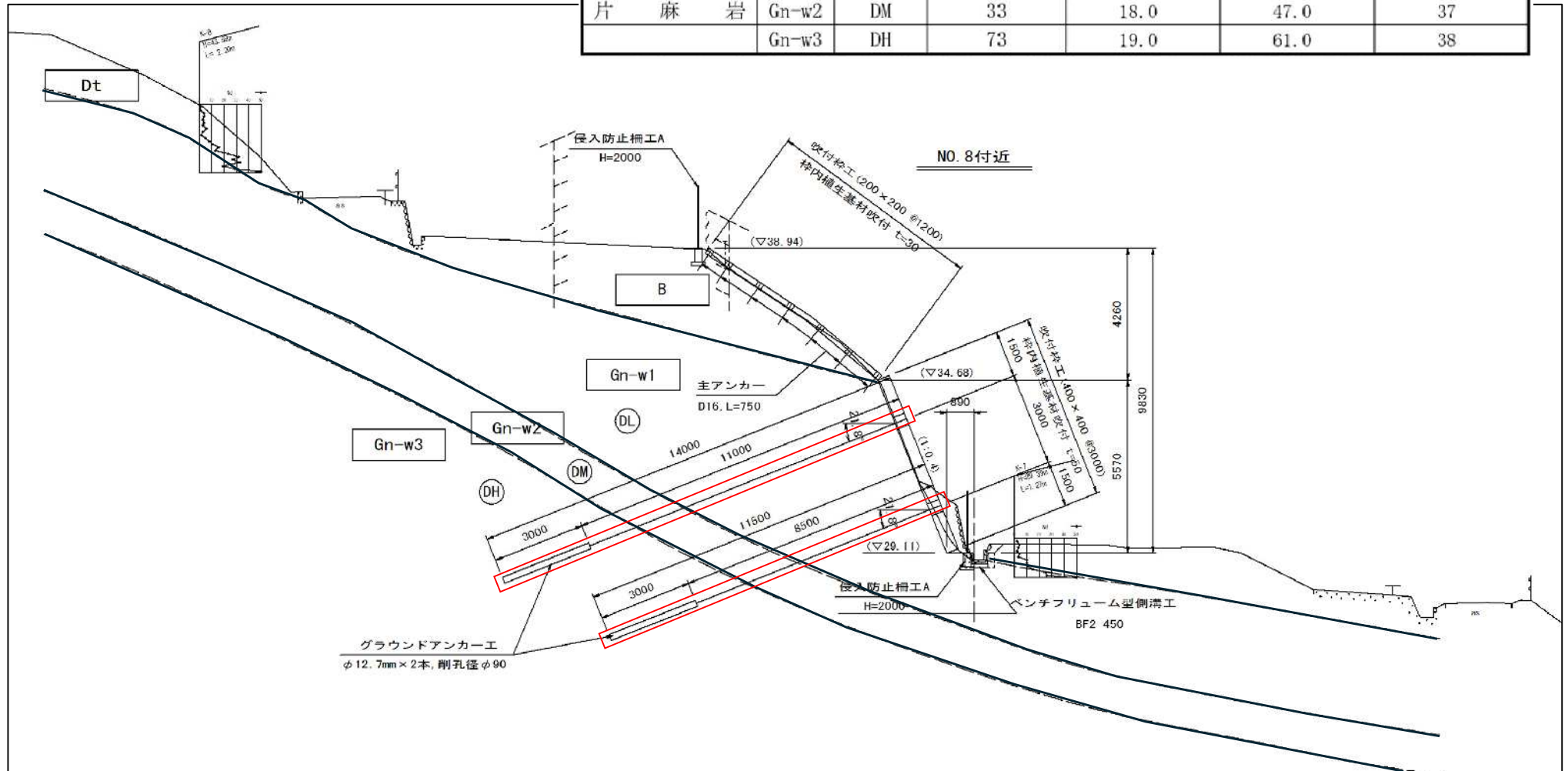
2.調査地概要 B地区



アンカー諸元			旧タイプアンカーの判定		旧タイプでない ▼
工法名	KTBアンカー	施工本数	11 本	施工延長	15.0 m
使用目的	斜面对策 ▼	準拠基準	地盤工学会基準（2000年） ▼		
テンドンの種類	多重PC鋼より線 ▼	防錆方法	グラウト+カプセル ▼		
受圧構造物	現場打吹付法枠 ▼	標準的な配置間隔	3m		

2.調査地概要 B地区

地質名	記号	岩盤等級区分	設計N値	単位体積重量	粘着力	せん断抵抗角
				γ_t kN/m ³	c kN/m ²	ϕ °
表土・盛土	B	-	5	17.0	0.0	30
崖錐堆積物	Dt	-	12	18.0	0.0	34
古期崖錐堆積物	ODt	-	38	20.0	0.0	38
	Gn-w1	DL	18	17.0	0.0 ※	36
片麻岩	Gn-w2	DM	33	18.0	47.0	37
	Gn-w3	DH	73	19.0	61.0	38



2.調査地概要 B地区

- ・ 調査地付近では、主に片麻岩の転石が確認された。
- ・ 風化が進行し、(岩盤としては)やや軟質な状態であった。



【片麻岩転石(遠景)】



【片麻岩転石(近景)】



【片麻岩転石(遠景)】



【片麻岩転石(近景)】

【既存資料による地盤定数】

地質名	記号	岩盤等級区分	設計N値	単位体積重量	粘着力	せん断抵抗角
				γ_s kN/m ³	c kN/m ²	ϕ °
表土・盛土	B	-	5	17.0	0.0	30
崖錐堆積物	Dt	-	12	18.0	0.0	34
古期崖錐堆積物	ODt	-	38	20.0	0.0	38
片麻岩	Gn-w1	DL	18	17.0	0.0 ※	36
	Gn-w2	DM	33	18.0	47.0	37
	Gn-w3	DH	73	19.0	61.0	38

○地質層序

- ①表土・盛土(B)
- ②崖錐堆積物(Dt)
- ③古期崖錐堆積物(ODt)
- ④片麻岩(Gn-w1～Gn-w3)

3.外観調査結果

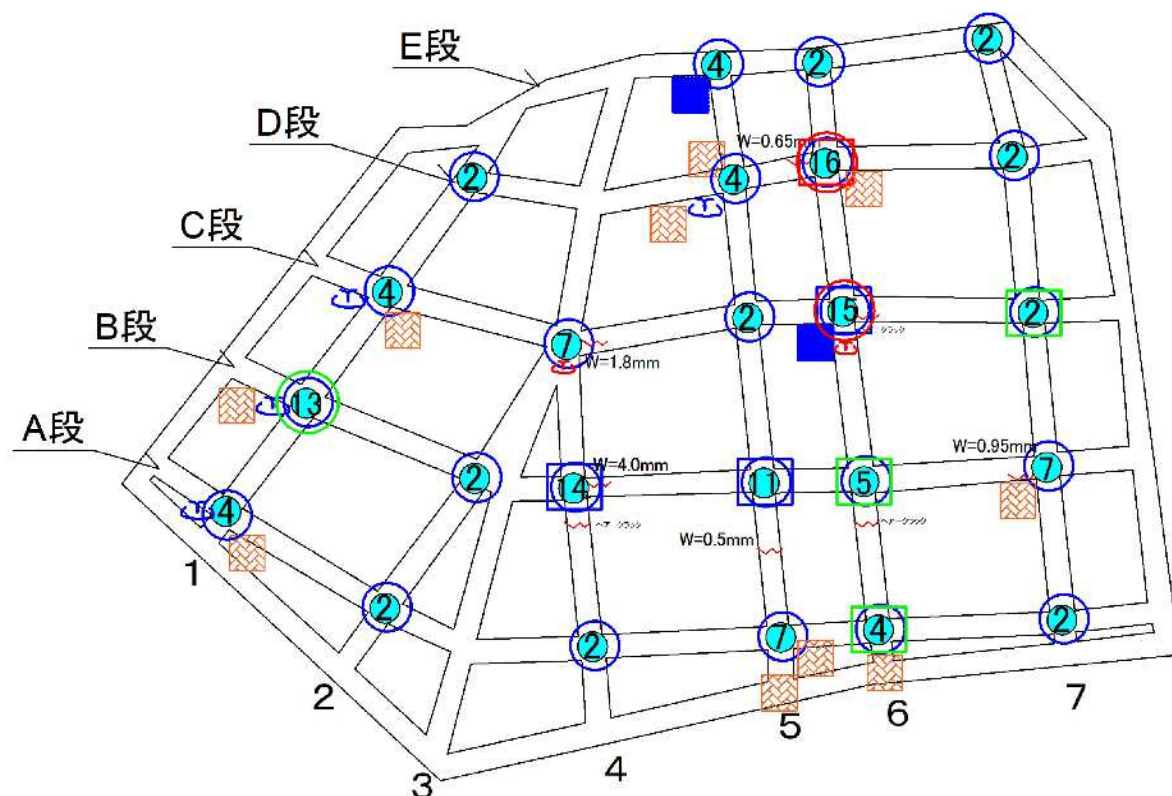
- ・ 目視可能な施設に対して点検を実施し、下表にもとづき評価点を設定し情報化した。
- ・ 各種点検項目に対する評点(a)に重要度(α)を掛けた評価点(a×α)の合計点を各グラウンドアンカーの個別評価点とした。

【グラウンドアンカーの個別評価項目】

対象		点検のポイント	評定区分	配点	評点 (a)	重要度 (α)	評価点 a×α	
アンカー	本体	アンカー本体の飛出し	飛出し有り 飛出し無し	10 0	0	10	0	
定着具①	台座	浮き、ズレのみか、クラックを伴う変状か	浮き・ズレ有り クラック有り 変状無し	3 1 0	0	3	0	
	支圧板	部分的な浮きか、全面的な浮きか	全面的に浮き 部分的に浮き 変状無し	3 1 0	0	3	0	
	湧水	支圧板と受圧板との間からの湧水の有無	流下有り 滴下有り にじみ有り 湧水跡有り 変状無し	4 3 2 1 0	0	3	0	
	頭部キャップ②	防護キャップ材質の劣化具合の確認	顕著 やや顕著 変状無し	3 1 0	0	3	0	
		ひび割れ、欠損などの有無	破損・落下有り 緩み、変形 変状無し	3 1 0	0	3	0	
		防護キャップ近傍からの湧水の有無の確認	顕著 やや顕著 変状無し	3 1 0	0	2	0	
防護キャップからの油漏れの有無を確認		顕著 やや顕著 変状無し	3 1 0	0	2	0		
受圧板 受圧構造物③	受圧板の変形、沈下量を継続して確認	顕著 やや顕著 変状無し	3 1 0	0	3	0		
	風化の度合い(補修跡含む)を確認	顕著 やや顕著 変状無し	3 1 0	0	3	0		
	背面地山から浮いているか、その程度を確認	浮上り有り 緩み、浸食 変状無し	3 1 0	0	2	0		
	湧水及びそれに伴う遊離石灰、錆・腐食を確認	顕著 やや顕著 変状無し	3 1 0	0	2	0		
	周辺状況④	地下水	遊離石灰の有無や水量を確認	湧水有り しみだし程度 変状無し	2 1 0	0	1	0
		周辺地盤	周辺地盤の変状を継続して確認	沈下・変位有り 緩み 変状無し	2 1 0	0	3	0
周辺構造物		周辺構造物の変状を継続して確認	顕著 やや顕著 変状無し	2 1 0	0	1	0	
点検<2> (①+②+③+④) 合計点数(A)							0	

出典：「アンカー健全度調査維持管理補足マニュアル 予備設計・初期点検編」p. 3-17

3.外観調査結果 A地区



外観調査の結果

- ・ 個別評価点は全地点30点未満。
→評価点としては最も健全側。
- ・ 比較的評価点が高い(異常側)箇所が散在していた。
- ・ 角度調整台のズレや支圧板の浮き等の変状が確認されたほか、全箇所において頭部キャップが劣化していた。
- ・ 法枠にはクラックが確認された。
幅はヘアークラック～2mm程度。

凡例

- | | |
|--------------|-----------|
| 遊離石灰 | 頭部ぐらつき |
| クラック | 支圧板の浮き |
| 頭部キャップシールの劣化 | 角度調整台座のズレ |
| 頭部キャップ破損 | エアー抜きビス欠損 |
| 水のしみ出し | 油漏れ |
| 背面地山からの浮き | |

評価点の凡例

- | | |
|--|--------------|
| | : 30点未満 |
| | : 30点以上60点未満 |
| | : 60点以上 |

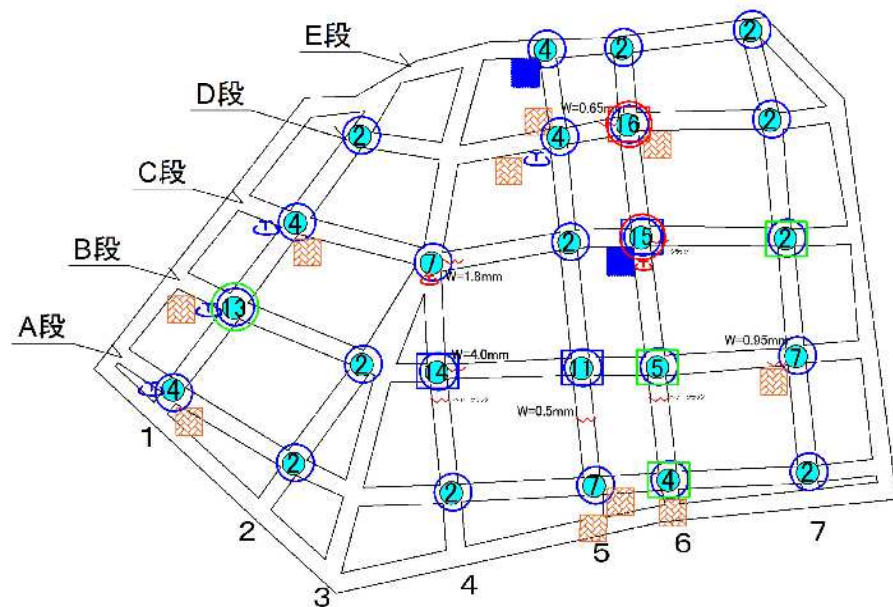
健全↑評価点↓異常

※評価基準

- | | |
|----------|----------------|
| 30点未満 | 顕著な変状なし(優先度低) |
| 30～60点未満 | 顕著な変状なし(優先度高) |
| 60点以上 | 顕著な変状あり(緊急性あり) |

「アンカー健全度調査維持管理補足マニュアル
参考資料編」p. 1-3より

3.外観調査結果 A地区



角度調整台のズレ



支圧板の浮き

- ・ 角度調整台のズレ 3箇所
- ・ 支圧板の浮き 1箇所
うち、2箇所はアンカー頭部のぐらつき(緊張力解放とみられる)を確認
- ・ 頭部キャップシールの劣化 全箇所
- ・ 遊離石灰の析出が散見

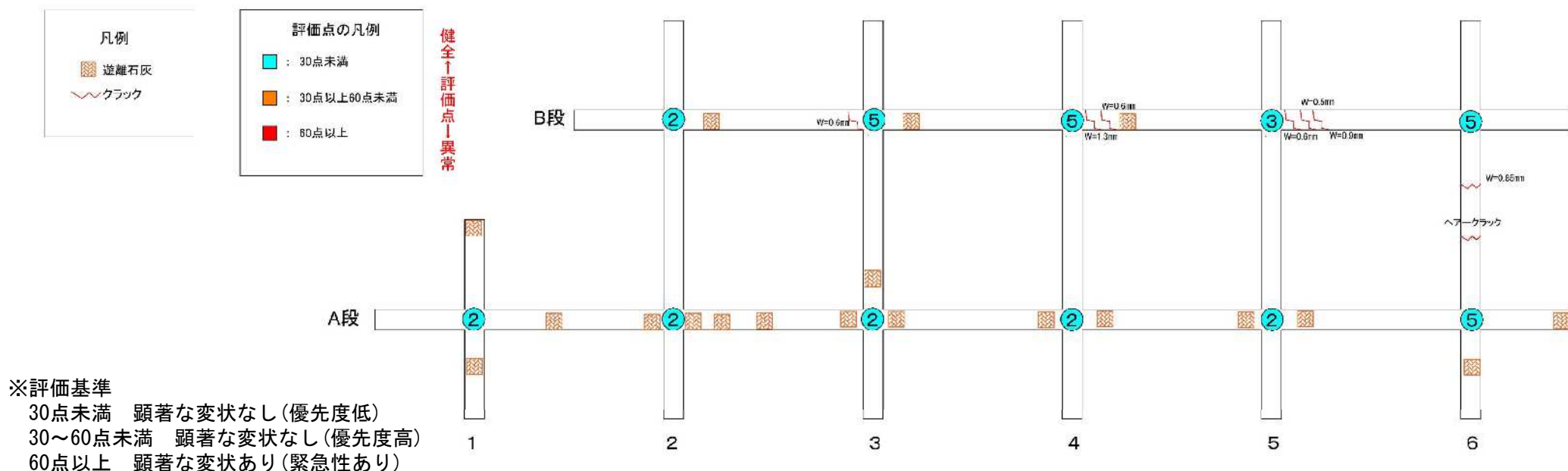


頭部キャップシールの劣化



遊離石灰の析出

3.外観調査結果 B地区



「アンカー健全度調査維持管理補足マニュアル
参考資料編」p.1-3より

外観調査の結果

- ・ 個別評価点は全地点30点未満。
→評価点としては最も健全側。
- ・ 評価点は全箇所5点以下であり、
ばらつきは少なかった。
- ・ 変状は遊離石灰の析出と法枠の
クラックのみ(B段に多い傾向)であった。



遊離石灰の析出



法枠のクラック

3.外観調査結果 まとめ

●A地区

- ・個別評価点では全箇所「健全」
ただし、
- ・数箇所角度調整台のズレや支圧板の浮き
- ・全箇所頭部キャップの劣化・破損
- ・遊離石灰の析出が散見

●B地区

- ・個別評価点では全箇所「健全」
ただし、
- ・法枠に最大2mmのクラックが散見
上段(B段)に多い傾向
- ・遊離石灰の析出が散見

●A地区



頭部キャップの劣化・破損



支圧板の浮き



遊離石灰の析出

●B地区



法枠のクラック



遊離石灰の析出

4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果

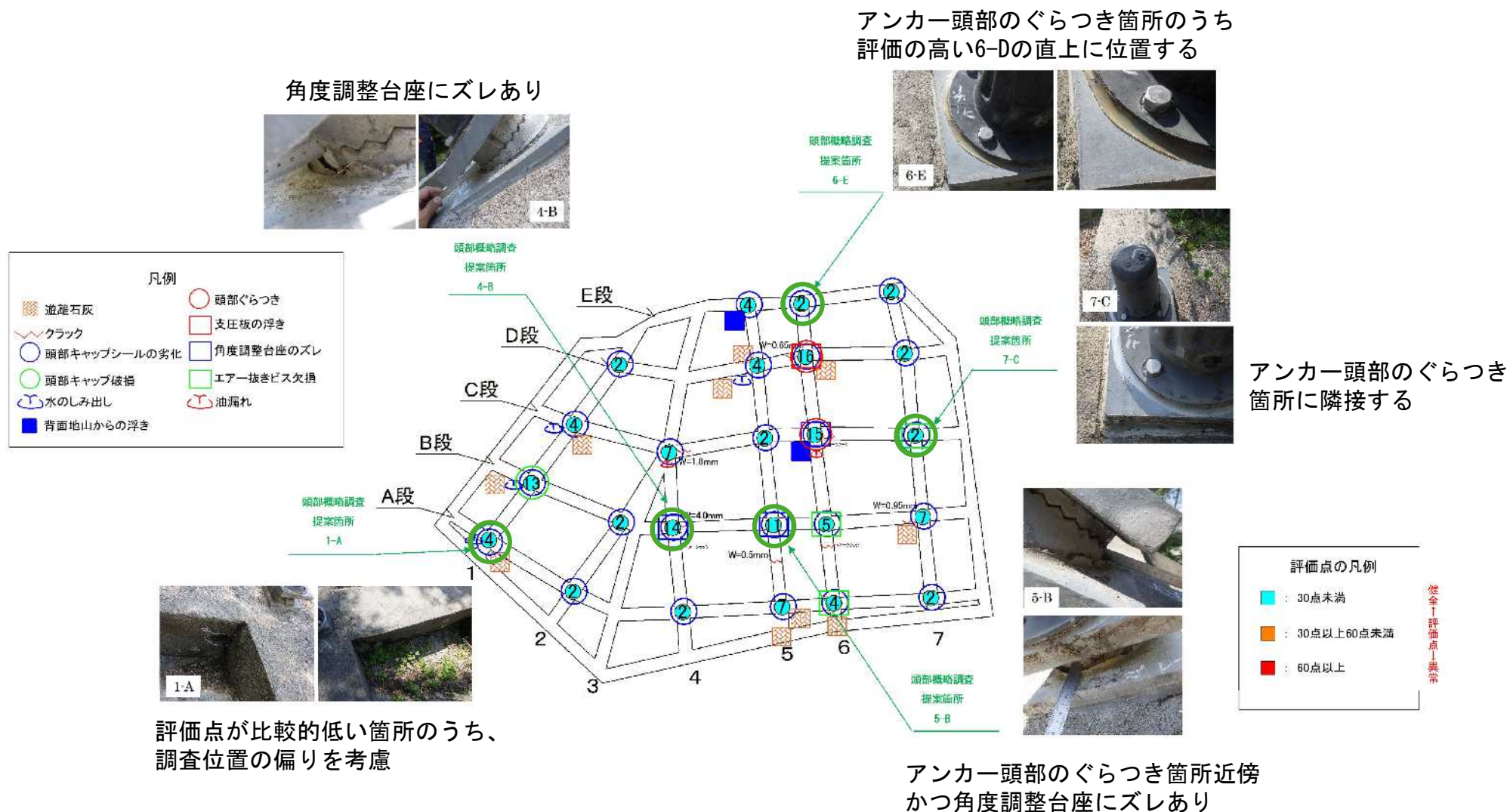
- ・本業務では「グラウンドアンカー維持管理マニュアル(日本アンカー協会)」を参考に、アンカー本数の10%以上かつ5本以上を目安とし、外観調査結果を踏まえて決定した。

調査・試験種別	調査・試験実施本数の目安	備考
アンカー頭部詳細調査 (外観調査)	基本的には全数。事前調査により決定する。	アンカーの点検結果を参考
アンカー頭部詳細調査 (露出調査)	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の10% かつ5本以上とする。	
緊張力の確認 (リフトオフ試験)	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5% かつ3本以上とする。	頭部構造等の確認
アンカー頭部背面調査	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5% かつ3本以上とする。	緊張力除荷の可否による 内視鏡調査の可否による
残存緊張力分布調査	アンカー全数の25% 以上とする。	
簡易維持性能確認試験	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5% かつ3本以上とする。	
維持性能確認試験	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5% かつ3本以上とする。	
緊張力のモニタリング	モニタリング用の計測装置が設置されたアンカー全数 の5% かつ3本以上とする。	アンカー緊張力の増加領域や のり面の変状分布を踏まえ代 表的なアンカーを抽出する

「グラウンドアンカー維持管理マニュアル(日本アンカー協会)」改定版p.91

4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 A地区

- 調査位置選定においては、外観調査の結果を踏まえて評価点の高い箇所を重視しつつ、調査位置の偏りも考慮し計5箇所選定した。



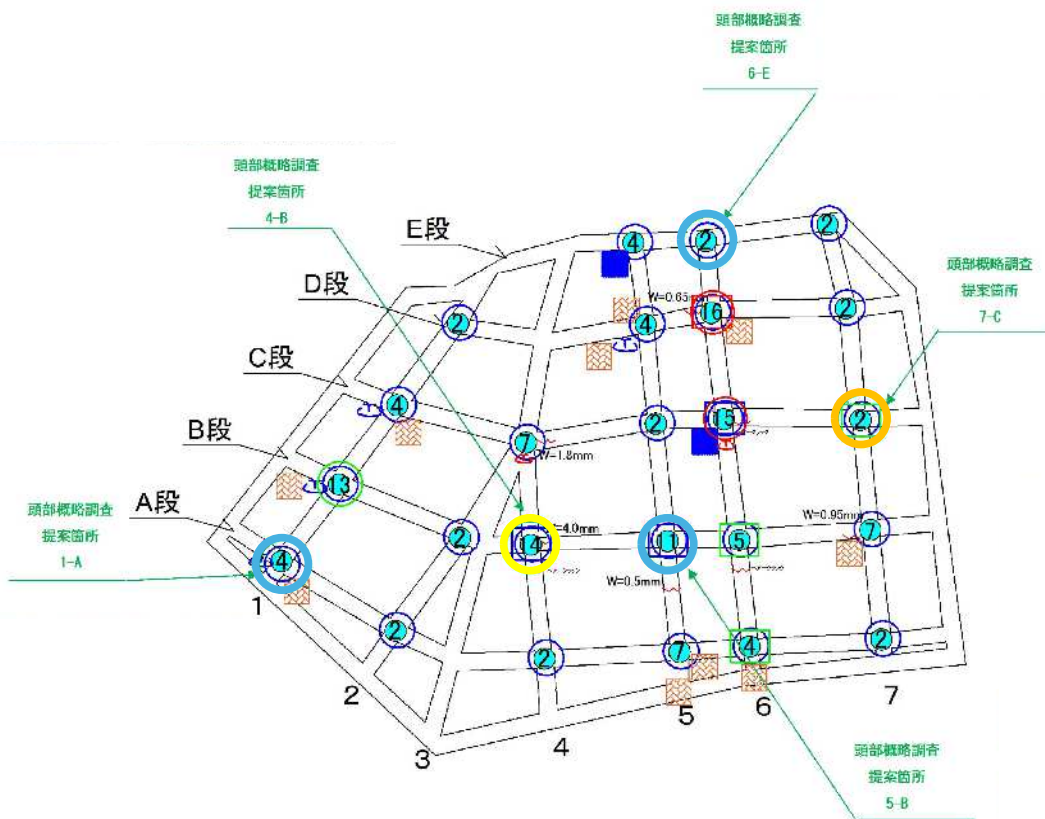
4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 A地区

No.	テンドンの仕様	アンカー長(m)	自由長(m)	アンカー体長(m)	背面止水具	設計アンカー力(kN)	許容アンカー力(kN)	定着時緊張力(kN)	モニタリングの有無	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定
										支圧板・定着具	テンドン	
										判定	判定	
1-A	SSI-860F型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	a	a	A
4-B	SSI-860F型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	b	b	B
5-B	SSL-850C型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	a	a	A
6-E	SSI-860F型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	a	a	A
7-C	SSI-870F型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	c	b	BC



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54

- ・健全(A)が3箇所 1-A、5-B、6-E
- ・経過観察(B)が1箇所 4-B
- ・交換対策(BC)が1箇所 7-C



4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 A地区 健全(A)箇所の状況

No.	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定
	支圧板・定着具	テンドン	
	判定	判定	
1-A	a	a	A
4-B	b	b	B
5-B	a	a	A
6-E	a	a	A
7-C	c	b	BC



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54



調査前



防錆油の量は十分であるが、変色して赤褐色化している。



防錆油の量は十分であるが、変色して赤褐色化している。



アンカーヘッド、くさび、鋼線余長には腐食による錆等の変状は見受けられない。



アンカーヘッド、くさび、鋼線余長には腐食による錆等の変状は見受けられない。



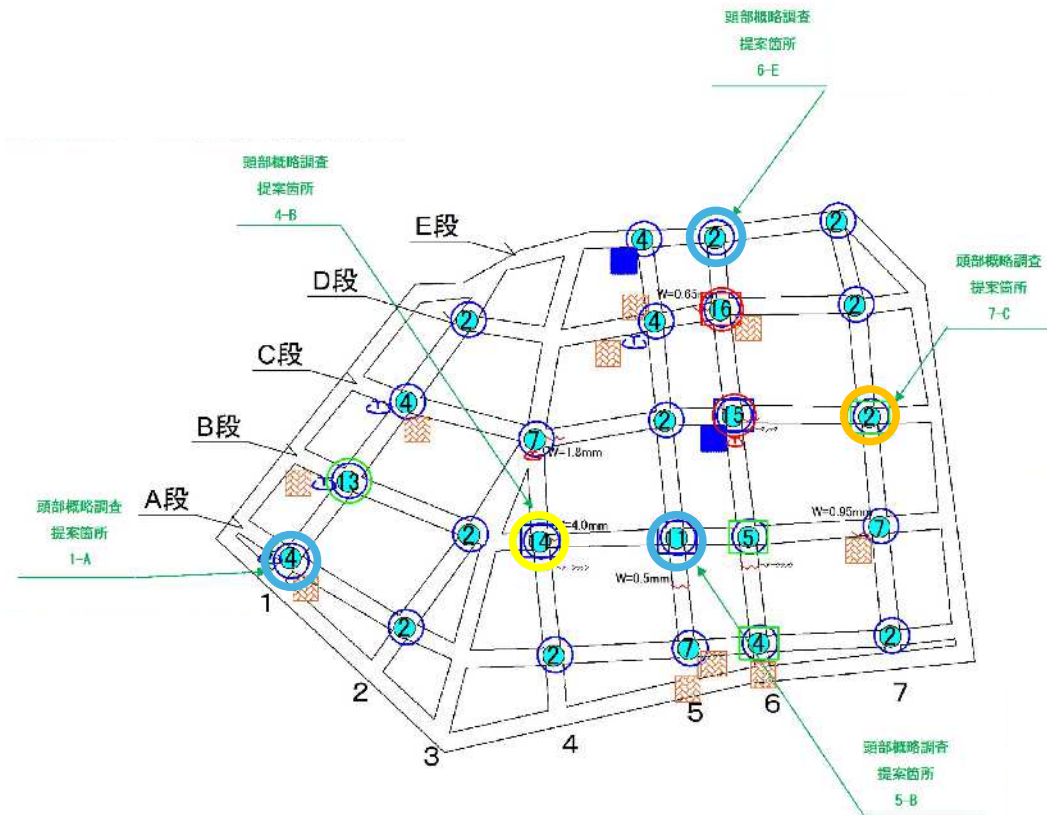
アンカーヘッド、くさび、鋼線余長には腐食による錆等の変状は見受けられない。



アンカーヘッド、くさび、鋼線余長には腐食による錆等の変状は見受けられない。



アンカーヘッド、くさび、鋼線余長には腐食による錆等の変状は見受けられない。



4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果

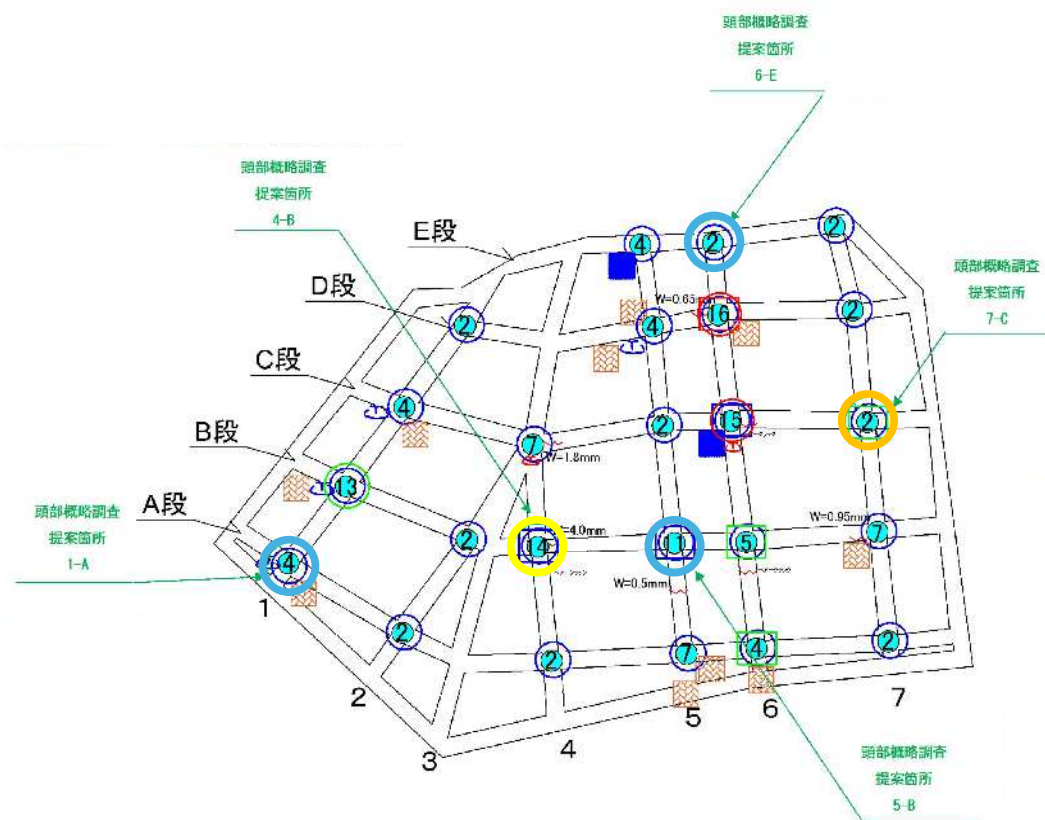
A地区

経過観察(B)箇所状況

No.	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定
	支圧板・定着具	テンドン	
	判定	判定	
1-A	a	a	A
4-B	b	b	B
5-B	a	a	A
6-E	a	a	A
7-C	c	b	BC



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54



調査前



防錆油の量は十分であるが、変色して赤褐色化している。



頭部キャップ内に帯水を確認。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



防錆油の量は十分であるが、変色して赤褐色化している。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



くさびに腐食による軽微な錆を確認。

4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果

A地区

交換対策(BC)箇所の状況

No.	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定
	支圧板・定着具	テンドン	
	判定	判定	
1-A	a	a	A
4-B	b	b	B
5-B	a	a	A
6-E	a	a	A
7-C	c	b	BC



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54



調査前



頭部キャップ開放時に水の流下を確認。



防錆油の量は十分であるが、変色して赤褐色化している。



防錆油の量は十分であるが、変色して赤褐色化している。



頭部キャップ内に帯水を確認。



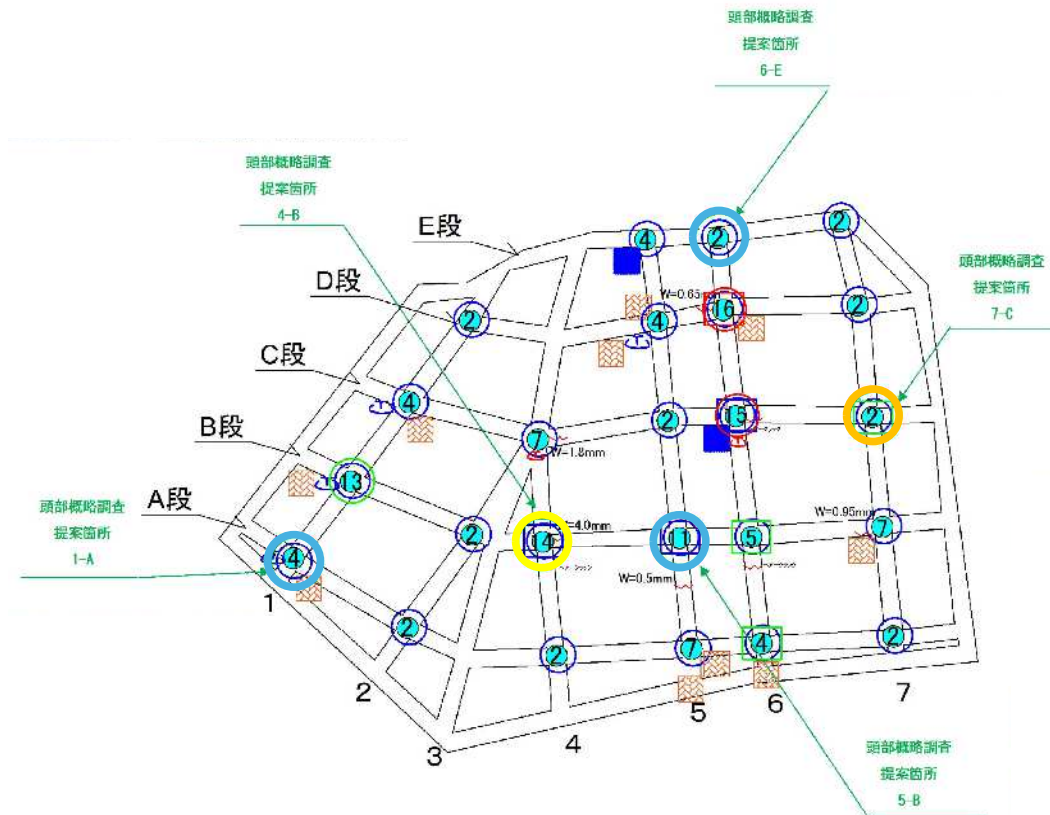
アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。

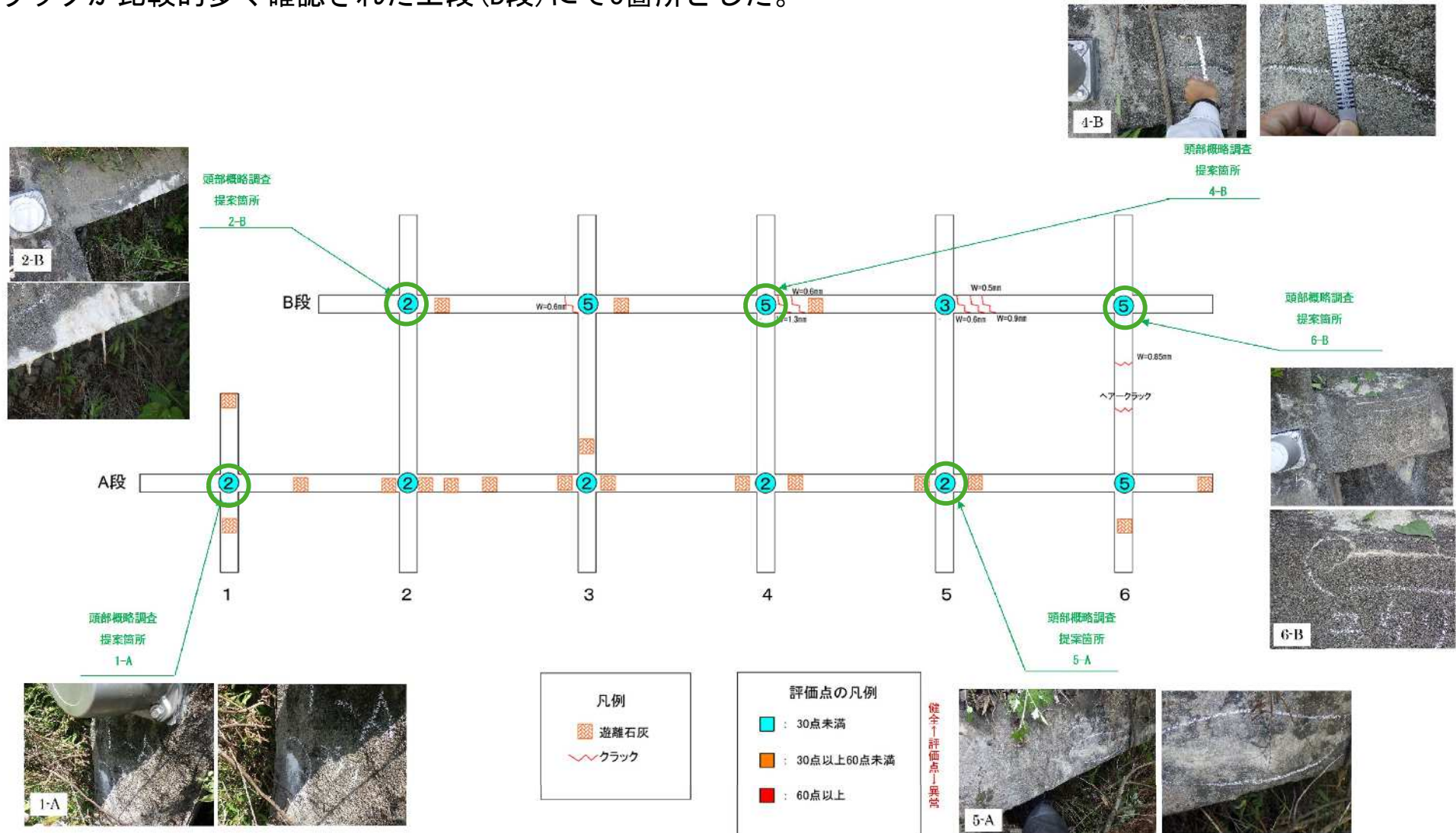


くさび及び鋼線余長に腐食による軽微な錆を確認。



4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 B地区

- 調査箇所選定においては、変状の種類や発生状況および評価点が同程度であることから、調査位置の偏りを考慮して5箇所選定した。
- クラックが比較的多く確認された上段(B段)にて3箇所とした。

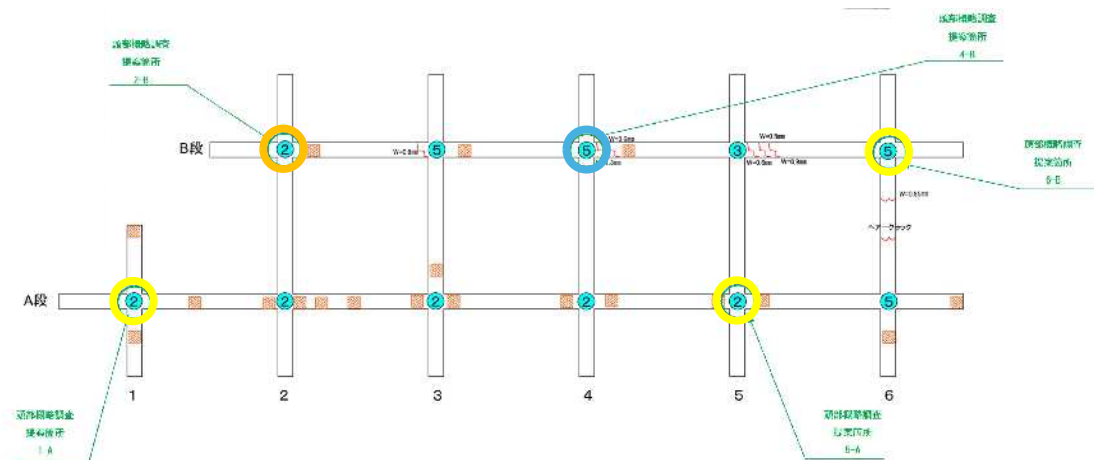


4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 B地区

No.	テンドンの仕様	アンカー長(m)	自由長(m)	アンカー体長(m)	背面止水具	設計アンカー力(kN)	許容アンカー力(kN)	定着時緊張力(kN)	モニタリングの有無	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定
										支圧板・定着具	テンドン	
										判定	判定	判定
1-A	SSL-65CF型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	b	b	B
2-B	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	c	b	BC
4-B	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	a	a	A
5-A	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	b	b	B
6-B	SSL-65CF型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	b	b	B

①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 掘打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP64

- ・健全(A)が1箇所 4-B
- ・経過観察(B)が3箇所 1-A、5-A、6-B
- ・交換対策(BC)が1箇所 2-B



4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 B地区 健全(A)箇所の状況

No.	①頭部詳細調査		④【性能評価】 一①②③で判定
	支圧板・定着具	テンドン	
	判定	判定	
1-A	b	b	B
2-B	c	b	BC
4-B	a	a	A
5-A	b	b	B
6-B	b	b	B



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54



調査前



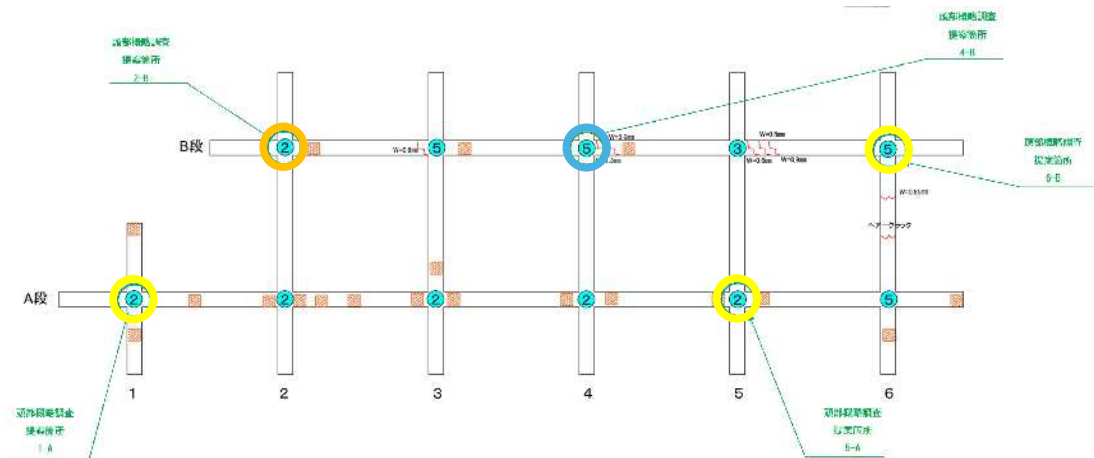
防錆油の量は十分であるが、変色して乳白色化している。



防錆油の量は十分であるが、変色して乳白色化している。



アンカーヘッドに腐食による軽微な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食による軽微な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食による軽微な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食による軽微な錆を確認。



くさびに腐食による軽微な錆を確認。

4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 B地区 経過観察(B)箇所状況

No.	①頭部詳細調査		④【性能評価】 一①②③で判定
	支圧板・定着具	テンドン	
	判定	判定	
1-A	b	b	B
2-B	c	b	BC
4-B	a	a	A
5-A	b	b	B
6-B	b	b	B



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54



調査前



防錆油の量は十分であるが、変色して乳白色化している。



防錆油の量は十分であるが、変色して乳白色化している。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



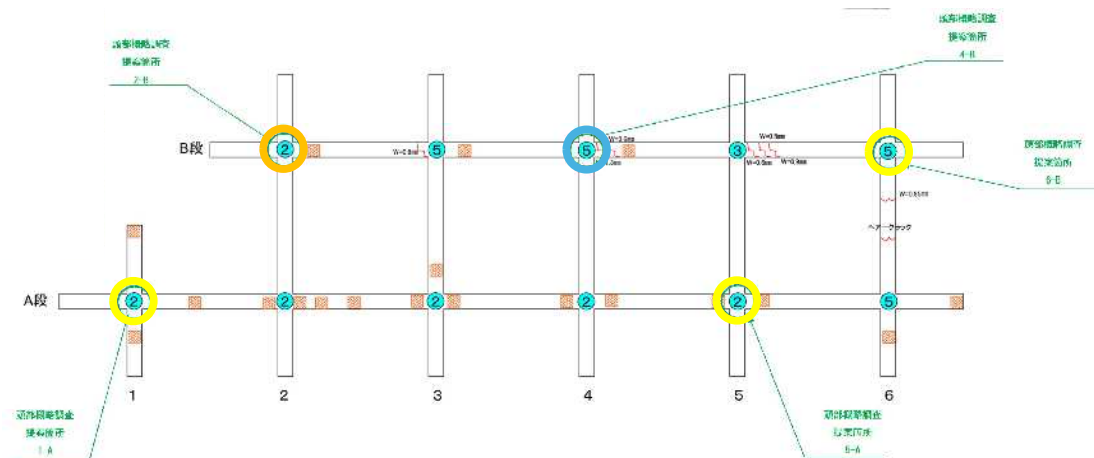
アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



くさびに腐食によるやや顕著な錆を確認。



4.アンカー頭部概略調査(キャップ内調査)結果 B地区 交換対策(BC)箇所状況

No.	①頭部詳細調査		④【性能評価】 一①②③で判定
	支圧板・定着具	テンドン	
	判定	判定	
1-A	b	b	B
2-B	c	b	BC
4-B	a	a	A
5-A	b	b	B
6-B	b	b	B



①	④
※支圧板・定着具性能評価 I	※【性能評価】
a: 錆なし、湧水なし	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	BC: 交換対策
—	D: 増打等対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP54



調査前



頭部キャップ開放時に水の流下を確認。



頭部キャップ開放時に水の流下を確認。



防錆油の量は十分であるが、変色して乳白色化している。



防錆油の量は十分であるが、変色して乳白色化している。



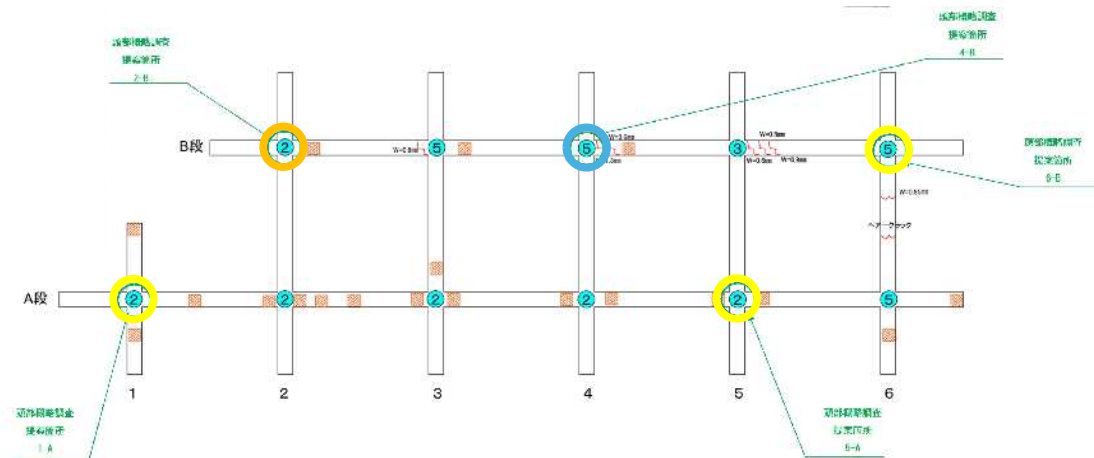
アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆を確認。



くさびに腐食による軽微な錆を確認。



5.リフトオフ試験結果

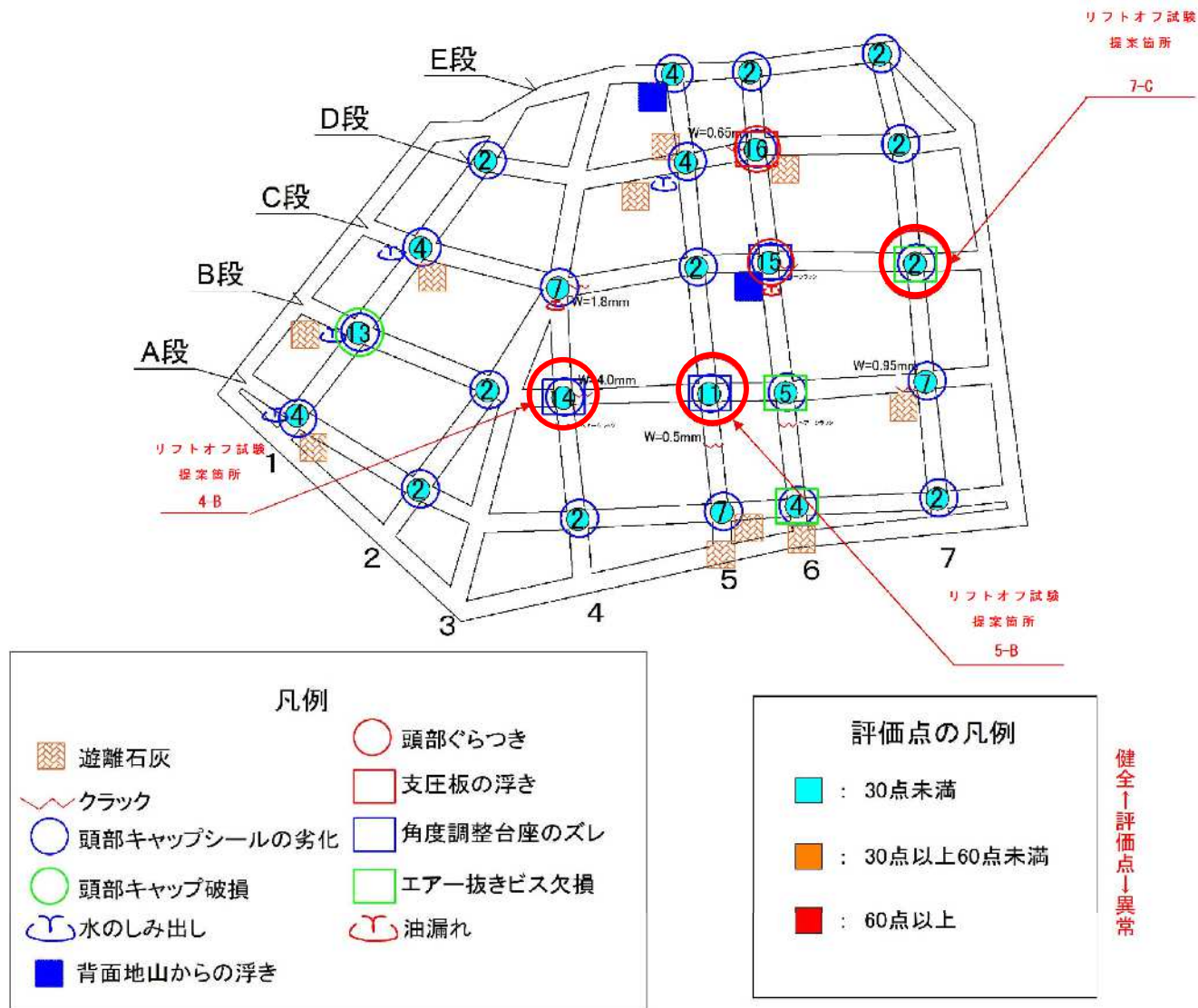
- ・本業務では「グラウンドアンカー維持管理マニュアル(日本アンカー協会)」を参考に、アンカー本数の5%以上かつ3本以上を目安とし、アンカー頭部概略調査を実施した箇所から選定した。

調査・試験種別	調査・試験実施本数の目安	備考
アンカー頭部詳細調査 (外観調査)	基本的には全数。事前調査により決定する。	アンカーの点検結果を参考
アンカー頭部詳細調査 (露出調査)	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の10%かつ5本以上とする。	
緊張力の確認 (リフトオフ試験)	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	頭部構造等の確認
アンカー頭部背面調査	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	緊張力除荷の可否による 内視鏡調査の可否による
残存緊張力分布調査	アンカー全数の25%以上とする。	
簡易維持性能確認試験	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	
維持性能確認試験	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、 それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	
緊張力のモニタリング	モニタリング用の計測装置が設置されたアンカー全数 の5%かつ3本以上とする。	アンカー緊張力の増加領域や のり面の変状分布を踏まえ代 表的なアンカーを抽出する

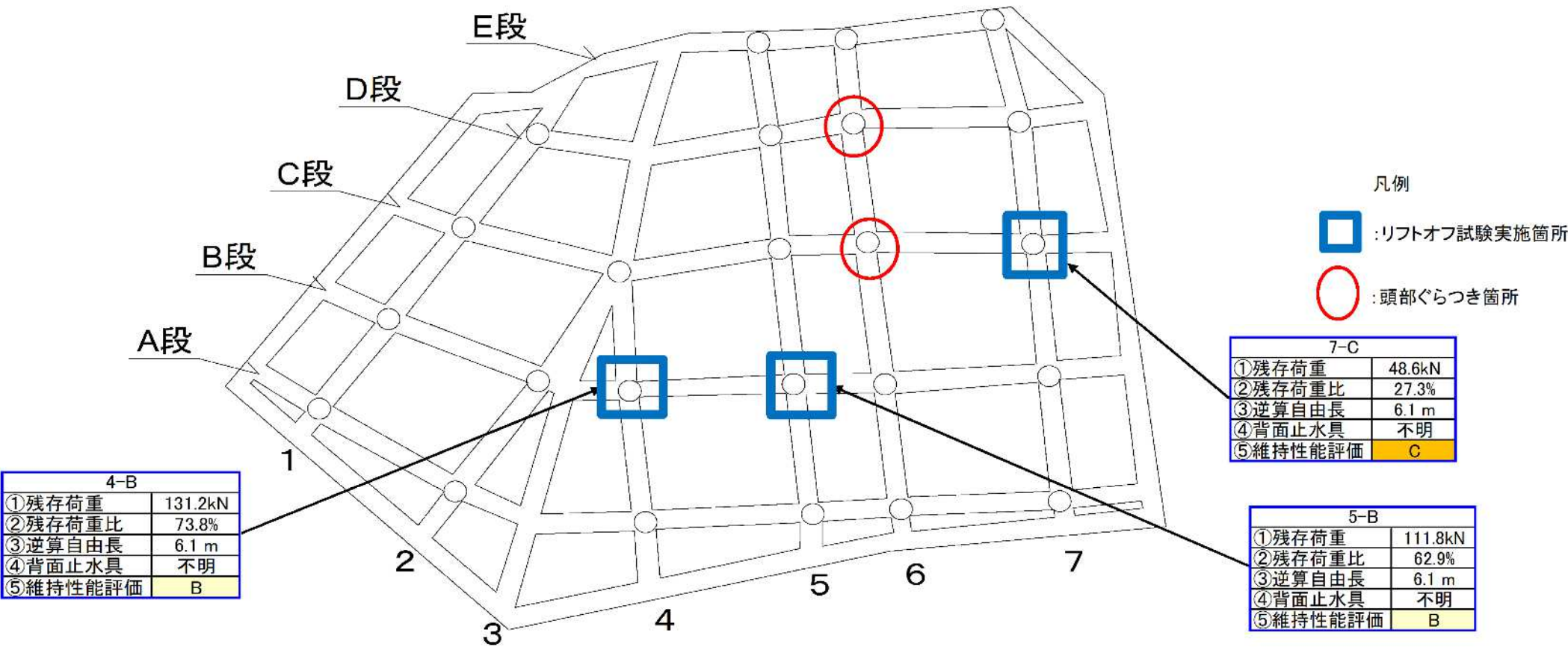
「グラウンドアンカー維持管理マニュアル(日本アンカー協会)」改定版p.91

5.リフトオフ試験結果 A地区

- ・ 角度調整台座にズレが生じている。 4-B、5-B
- ・ アンカー頭部のぐらつき(緊張力開放)箇所隣接する。 7-C



5.リフトオフ試験結果 A地区



No.	テンドンの仕様	アンカー長 (m)	自由長 (m)	アンカー体長 (m)	背面止水具	設計アンカー力 (kN)	許容アンカー力 (kN)	定着時緊張力 (kN)	モニタリングの有無	⑤リフトオフ試験【状態評価】	
										残存荷重 (kN)	判定
1-A	SSL-65CE型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	-	-
4-B	SSL-65CE型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	131.2	B
5-B	SSL-65CE型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	111.8	B
6-E	SSL-66CE型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	-	-
7-C	SSL-75CH型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	48.6	C

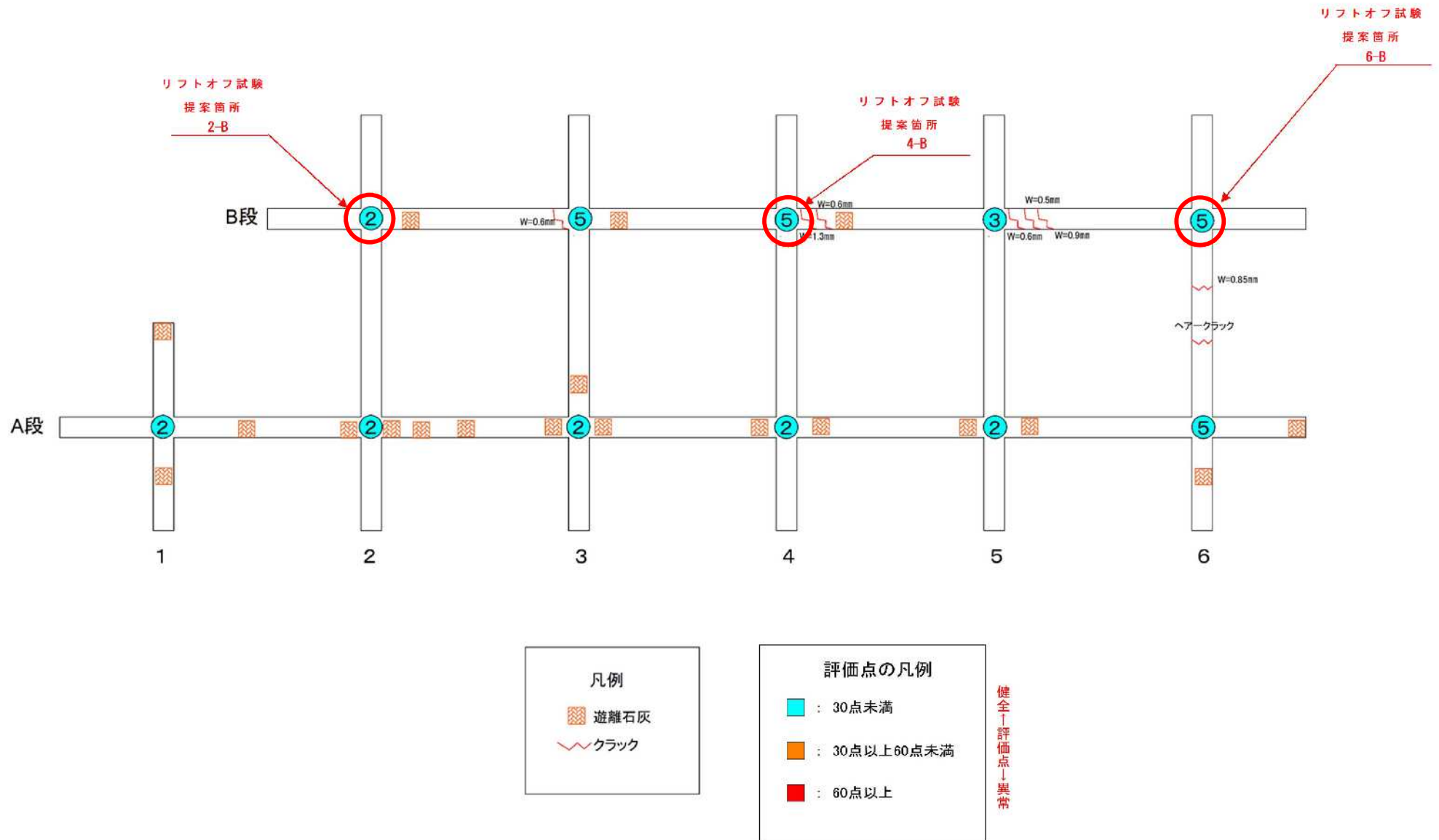
⑤

※リフトオフ【状態評価】	※リフトオフ【状態評価】	※1本当り評価
A: 定着時緊張力の80%~100%	A: 極限アンカー力の30~60%	A: 健全
A: 設計アンカー力~定着時緊張力	B: 極限アンカー力の60~65%	B: 経過観察
B: 定着時緊張力の50%~80%	B: 極限アンカー力の10~30%	C: 要対策
C: 定着時緊張力の10%~50%	C: 極限アンカー力の65%~降伏荷重の90%	D: 緊急対策
C: 許容アンカー力の100%~110%	C: 極限アンカー力の10%以下	補足マニュアルP57
D: 降伏荷重の80%~許容アンカー力の110%	D: 降伏荷重の90%以上	
D: 定着時緊張力の0~10%	グラウンドアンカー維持管理マニュアル	
E: 降伏荷重の90%以上	2020年10月発行	

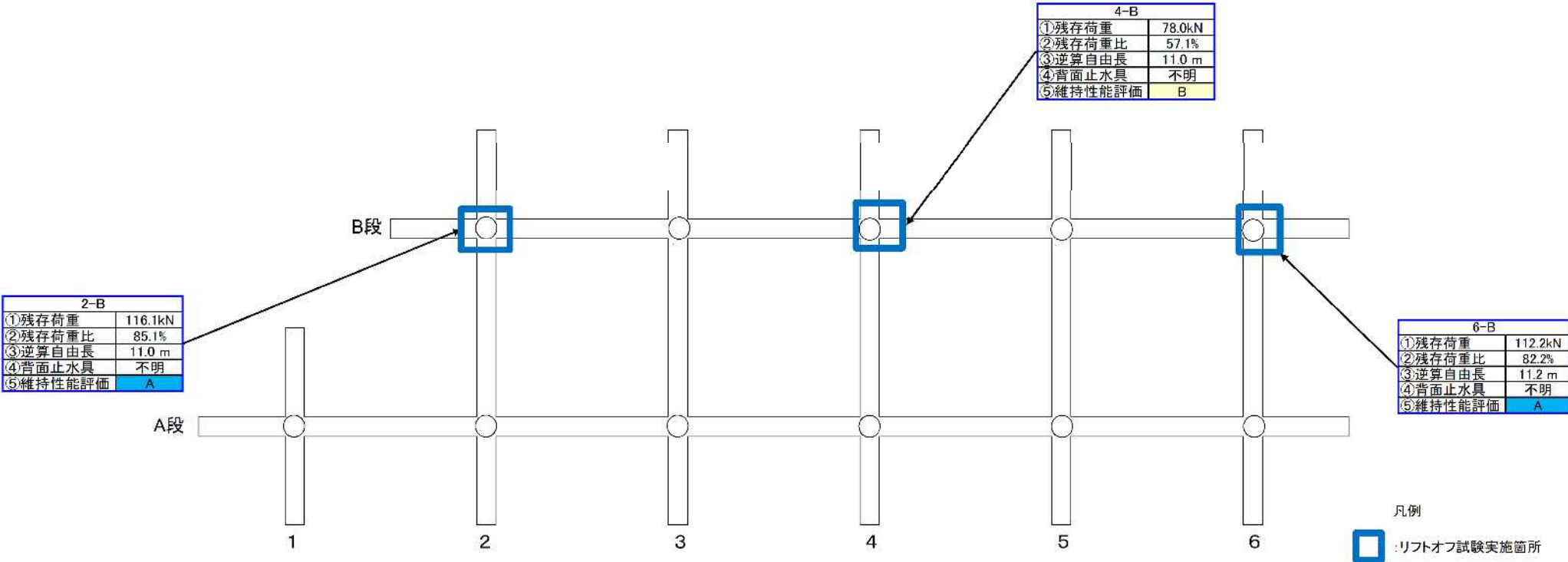
グラウンドアンカー維持管理マニュアル
2008年7月発行

5.リフトオフ試験結果 B地区

- ・当該法枠の上位(B段)にクラックが発生している。 2-B、4-B、6-B



5.リフトオフ試験結果 B地区



No.	テンドンの仕様	アンカー長 (m)	自由長 (m)	アンカー体長 (m)	背面止水具	設計アンカー力 (kN)	許容アンカー力 (kN)	定着時緊張力 (kN)	モニタリングの有無	⑤リフトオフ試験【状態評価】	
										残存荷重 (kN)	判定
1-A	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	-	-
2-B	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	116.1	A
4-B	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	78.0	B
5-A	SSL-65CE型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	-	-
6-B	SSI-67OF型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	112.2	A

※リフトオフ【状態評価】	※リフトオフ【状態評価】	※1本当り評価
A: 定着時緊張力の80%~100%	A: 極限アンカー力の30~60%	A: 健全
A: 設計アンカー力~定着時緊張力	B: 極限アンカー力の60~65%	B: 経過観察
B: 定着時緊張力の50%~80%	B: 極限アンカー力の10~30%	C: 要対策
C: 定着時緊張力の10%~50%	C: 極限アンカー力の65%~降伏荷重の90%	D: 緊急対策
C: 許容アンカー力の100%~110%	C: 極限アンカー力の10%以下	補足マニュアルP57
D: 降伏荷重の80%~許容アンカー力の110%	D: 降伏荷重の90%以上	
D: 定着時緊張力の0~10%	グラウンドアンカー維持管理マニュアル	
E: 降伏荷重の90%以上	2020年10月発行	
グラウンドアンカー維持管理マニュアル		
2008年7月発行		

6.総合評価

- ・各種調査結果を踏まえ調査地の総合評価(暫定)を行った結果、両地区ともB(経過観察)と判定された。
- ・A地区ではアンカーNo. 7-CにてC(要対策)判定となったものの、他地点にて複数のA(健全)判定となったことから、全体の評価としてはB(経過観察)判定とした。
- ・B地区ではすべてのアンカーにてB(経過観察)判定となったことから、全体の評価もB(経過観察)判定とした。

●A地区

No.	テンドンの仕様	アンカー長(m)	自由長(m)	アンカー体長(m)	背面止水具	設計アンカー力(kN)	許容アンカー力(kN)	定着時緊張力(kN)	モニタリングの有無	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定	⑤リフトオフ試験【状態評価】		【総合評価】		備 考
										支柱板・定着具	テンドン		残存荷重(kN)	判定	判定	判定	
										判定	判定		判定	判定	判定	判定	
1-A	SSL-66CF型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	a	a	A	-	-	A	B	アンカーヘッド・くさび・テンドン余長部に腐食による錆等の変状は見受けられない。
4-B	SSL-66CL型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	b	b	B	131.2	B	B		アンカーヘッド・くさびに錆を確認。 残存荷重は定着時緊張力(177.8kN)に対して73.8%
5-B	SSL-66CL型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	a	a	A	111.8	B	B		アンカーヘッド・くさび・テンドン余長部に腐食による錆等の変状は見受けられない。 残存荷重は定着時緊張力(177.8kN)に対して62.9%
6-E	SSL-66CF型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	a	a	A	-	-	A		アンカーヘッド・くさび・テンドン余長部に腐食による錆等の変状は見受けられない。
7-C	SSL-66CL型	7.5	4.0	3.5	不明	218.2	274.5	177.8	無し	c	b	BC	48.6	C	C		キャップ開放時に水の流下を確認。アンカーヘッド、くさびに腐食によるやや顕著な錆を確認。鋼線余長部に腐食による軽微な錆を確認。 残存荷重は定着時緊張力(177.8kN)に対して27.3%

●B地区

No.	テンドンの仕様	アンカー長(m)	自由長(m)	アンカー体長(m)	背面止水具	設計アンカー力(kN)	許容アンカー力(kN)	定着時緊張力(kN)	モニタリングの有無	①頭部詳細調査		④【性能評価】 →①②③で判定	⑤リフトオフ試験【状態評価】		【総合評価】		備 考
										支柱板・定着具	テンドン		残存荷重(kN)	判定	判定	判定	
										判定	判定		判定	判定	判定	判定	
1-A	SSL-66CL型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	b	b	B	-	-	B	B	アンカーヘッドくさびに腐食によるやや顕著な錆を確認。鋼線余長部には塗膜の剥がれを確認。
2-B	SSL-66CL型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	c	b	BC	116.1	A	B		頭部キャップ開放時に水の流下を確認。アンカーヘッドにやや顕著な腐食による錆、くさびには腐食による軽微な錆を確認。鋼線余長部には塗膜の剥がれを確認。 残存荷重は定着時緊張力(136.5kN)に対して85.1%
4-B	SSL-66CL型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	a	a	A	78.0	B	B		アンカーヘッド・くさび・テンドン余長部に腐食による錆等の変状は見受けられない。 残存荷重は定着時緊張力(136.5kN)に対して57.1%
5-A	SSL-66CL型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	b	b	B	-	-	B		アンカーヘッド、くさびに腐食によるやや顕著な錆を確認。鋼線余長部には塗膜の剥がれを確認。
6-B	SSL-67CF型	14.0	11.0	3.0	不明	136.5	220.0	136.5	無し	b	b	B	112.2	A	B		アンカーヘッドに腐食によるやや顕著な錆、くさびに腐食による軽微な錆を確認。鋼線余長部には塗膜の剥がれを確認。 残存荷重は定着時緊張力(136.5kN)に対して82.2%

※支柱板・定着具性能評価 I	※頭部テンドン性能評価 I	※【性能評価】	※リフトオフ【状態評価】	※リフトオフ【状態評価】	※1本当り評価	※アンカー健全度調査結果
a: 錆なし、湧水なし	a: 外径は評価値内、錆なし	A: 健全	A: 定着時緊張力の80%~100%	A: 極限アンカー力の30~60%	A: 健全	A: 健全
b: 軽微な錆あり、湧水なし	b: 外径は評価値内、錆あり	B: 経過観察	A: 設計アンカー力~定着時緊張力	B: 極限アンカー力の60~65%	B: 経過観察	B: 経過観察
c: 錆あり、湧水あり	—	BC: 交換対象	B: 定着時緊張力の50%~80%	B: 極限アンカー力の10~30%	C: 要対策	C: 要対策
—	d: 錆あり、評価値以上の欠陥	D: 撤去等対策	C: 定着時緊張力の10%~50%	C: 極限アンカー力の10%以下	D: 緊急対策	D: 緊急対策
補足マニュアルP22	補足マニュアルP28	補足マニュアルP30	C: 許容アンカー力の100%~110%	D: 降伏荷重の90%以上	補足マニュアルP31	
			D: 定着時緊張力の0~10%	グラウンドアンカー維持管理マニュアル		
			E: 降伏荷重の90%以上	2020年10月発行		
				グラウンドアンカー維持管理マニュアル		
				2008年7月発行		

6.総合評価

ここで「グラウンドアンカー維持管理マニュアル（日本アンカー協会）改訂版」における後続調査の必要性判定の指標にると、今回確認した変状等は右表中の“A～C”に該当するものであり“D：アンカーの健全性に影響があると推定される”に値する変状ではなかったため、経過観察と判定された。

●A地区

【外観調査】

- ・ 個別評価点では全箇所「健全」
ただし、
- ・ 数箇所角度調整台のずれや支圧板の浮き
- ・ 全箇所
- ・ 遊離石

【リフトオフ試験】

- ・ 残存緊

●B地区

【外観調査】

- ・ 個別評価点では全箇所「健全」
ただし、
- ・ 法枠に最大2mmのクラックが散見
上段(B段)に多い傾向
- ・ 遊離石灰の析出が散見

【リフトオフ試験】

- ・ 残存緊張力 P_e が極限引張力 T_{us} の0.3～0.6倍

点検項目		点検内容	評価 ^{注1)}
調査・設計・施工資料	調査・設計資料	地盤が腐食環境	B
		地下水が豊富	B
アンカー頭部の状態	頭部コンクリート	劣化・風化しやすい地質	B
		頭部コンクリート背面に隙間	B
		幅1mmを超える程度のクラック	B
		頭部コンクリートから遊離石灰の析出	B
		破損、部分的な欠損	C
		頭部コンクリート背面からの水の漏出	C
		頭部コンクリートの浮き上がり	D
	頭部キャップ	頭部コンクリートの落下	D
		固定ボルトの破損、腐食	B
		防錆油の劣化	B
		頭部キャップ周囲の防錆油漏れによる汚れ	B
		頭部キャップの損傷	C
		頭部キャップの材質劣化・腐食	C
		頭部キャップの浮き上がり	D
	支圧板	頭部キャップの未設置又は消失	D
		支圧板の劣化	B
		頭部・支圧板の浮き（目視による確認）	C
		支圧板背面からの水の漏出	C
		支圧板の固定不足	D
アンカーの状態	計が設置されている場合 ^{注2)} （注3）	荷重計の値 $(0.6T_{us} \leq P_e < 0.65T_{us})$	B
		荷重計の値 $(0.3T_{us} \leq P_e < 0.6T_{us})$	A
		荷重計の値 $(0.1T_{us} \leq P_e < 0.3T_{us})$	B
		荷重計の値 $(P_e < 0.1T_{us})$	C

日本アンカー協会およびアンカー健全度協会による判定結果が一致したことから本業務における判定“経過観察”は妥当と考えられる。

注1）これらは目安であり、程度のひどいものについては1ランク高い評価を下すなどの判断が必要。ここに、
A：健全
B：アンカーの健全性に問題があると推定される
C：アンカーの健全性に影響がある可能性が大きいと推定される
D：アンカーの健全性に影響があると推定される
注2）荷重計が設置されており、正常に動作している場合。荷重計による評価については「参考2 アンカー緊張力のモニタリング」を参照。
注3）待受効果を期待して定着時緊張力を設計アンカー力よりも大きく低減している場合、荷重値の評価を別途検討する場合は考えられる。

●：A地区
●：B地区

評価結果	判定	対応
D：1個以上 又は C：5個以上 又は B以下：10個以上	健全性に問題のある可能性があり、 詳細な調査が必要	健全性調査の実施 (状況に応じて緊急措置を実施)
上記以外	詳細な調査までは必要としない	経過観察 (状況に応じて軽微な補修実施)

「グラウンドアンカー維持管理マニュアル（日本アンカー協会）」改定版p.54～55

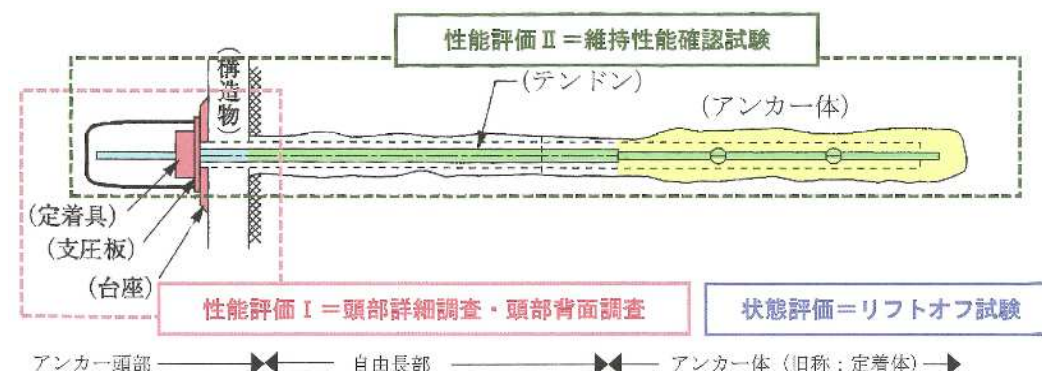
7.今後の維持管理提案 追加調査について

アンカーはアンカー頭部、自由長部、アンカー体の大きく3つに分けられ、さらに、アンカー頭部はテンドンと定着具・支圧板に分けることができることから、アンカーの評価には右表に示す調査が必要とされる。

今回の調査結果から、A地区およびB地区ともに「B：経過観察」と判定されたが、**頭部背面調査**や**維持性能確認試験**を行っていない。

このため、下表に基づき各地区ともに3本程度追加試験を行い、アンカーの健全度を判定することが望ましい。

調査・試験種別	調査・試験実施本数の目安	備考
アンカー頭部詳細調査 (外観調査)	基本的には全数。事前調査により決定する。	アンカーの点検結果を参考
アンカー頭部詳細調査 (露出調査)	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、それを除いた本数の10%かつ5本以上とする。	
緊張力の確認 (リフトオフ試験)	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	頭部構造等の確認
アンカー頭部背面調査	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	緊張力除荷の可否による 内視鏡調査の可否による
残存緊張力分布調査	アンカー全数の25%以上とする。	
簡易維持性能確認試験	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	
維持性能確認試験	健全性判定で健全性調査が必要とされたアンカーと、それを除いた本数の5%かつ3本以上とする。	
緊張力のモニタリング	モニタリング用の計測装置が設置されたアンカー全数の5%かつ3本以上とする。	アンカー緊張力の増加領域やのり面の変状分布を踏まえ代表的なアンカーを抽出する



(1) 性能評価	(a) 性能評価Ⅰ： 頭部詳細調査・頭部背面調査 性能評価Ⅰは、直接目視や計測が可能なアンカー頭部を対象として、腐食、劣化、その他の変状に着目して頭部詳細調査や頭部背面調査を行い、アンカー頭部のテンドンと定着具・支圧板の健全性を評価するものである。
	(b) 性能評価Ⅱ： 維持性能確認試験 性能評価Ⅱは、維持性能確認試験を行い、テンドン全体の弾性塑性変形特性やアンカー体の健全性を評価するものである。
(2) 状態評価	リフトオフ試験 状態評価は、リフトオフ試験から得られるアンカー体の残存引張り力(現状でアンカーに作用している荷重)によって判定する評価である。 評価基準は、「グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説」の「付録表-9.1 残存引張り力とアンカー健全度の目安」に従う。 残存引張り力は、アンカー各部の性能とは無関係な「作用力」であるため、上記の性能評価とは区別して「状態評価」として取り扱う。

「アンカー健全度調査維持管理補足マニュアル 詳細調査・アンカー補修設計編

「グラウンドアンカー維持管理マニュアル(日本アンカー協会)」改定版p. 91

(アンカー健全度協会) p. 52

7.今後の維持管理提案

グラウンドアンカー等の土工構造物については、損傷や変形の形態、崩壊のメカニズム、地質構造が複雑で多岐にわたることから、単発の点検や調査結果から健全性を判定することは困難である。

そのため、定期的に点検を行い、過去の点検結果との比較により、変状の進行過程を把握して健全性を判断する等、点検を主眼に置いたメンテナンスサイクルを構築することが必要である。

点検は、初期、日常、定期、異常時からなり、維持管理の中で問題点を適切に捉えるための出発点となる重要な事項であるとされる。

A地区は平成14年～15年竣工、B地区は平成19年竣工と供用開始後16～21年が経過している。本業務は竣工後最初の点検であるが、今後は日常点検や定期点検によりアンカーを適切に維持管理することが必要である。また、豪雨や地震等が発生した後の異常時点検も必要である。

下表によると定期点検は「3～5年に1回」の頻度とされている。今回初期点検を実施したため、しばらくは3年ごとの定期点検を行い、これらの定期点検で顕著な変状が確認されなければ「3年→4年→5年」と点検間隔を見直していくことが望ましい。

種類	頻度	数量
初期点検	構造物完成後から維持管理開始前まで	全数
日常的な点検	通常の巡回時	全数
定期的な点検	施工完了後3年まで：年1回 3年以後：3～5年に1回 重要度の高いもの：年1回	目視点検は視認できる範囲（全数） （打音検査等接触して行う検査は10％かつ3本以上）
異常時の点検	豪雨や大規模な地震等の異常時直後	目視点検は視認できる範囲

「グラウンドアンカー維持管理マニュアル（日本アンカー協会）」改定版p. 47

以 上