

ビフォー アフター
太陽光発電所“Before/After”改善事例集シリーズ No. K-001

太陽光発電架台の強風対策の 現地実証と要補強部位の特定 - その①

(アンカー架台補強による架台全体への影響調査)

某メーカーの汎用アルミ架台を使った実証実験

試験実施日：2025/3/28



一般社団法人
日本太陽光発電検査技術協会



昨今、強風で太陽光発電架台が壊れたというニュースを聞くが、**破損箇所、破損具合**などの詳細は報道されず、その後の状況も不明である。果たして対策はされたのか？未然に防ぐにはどうすべきか？低予算でできる防止策や改善案を簡素にまとめた事例集の必要性を感じ、その一環として本試験を思い立った。

本試験は、特に低圧または小規模高压を所有し、専門知識をお持ちでない発電事業者を対象に、改善のヒントになればと思い実施した。特に**積雪地域において、春先の雪解け水で強度が低下した地盤の補強対策**には有用と考える。

<目的>

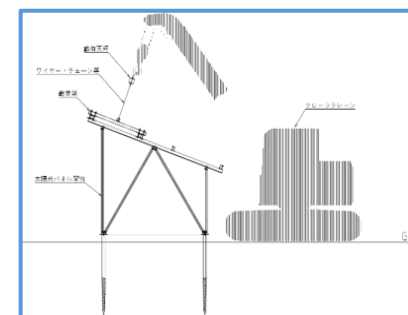
- 破損箇所はどこか
- **強風対策で補強アンカーを追加施工した**架台は、どの程度強度が増しているか
- 更なる補強対策でどんなことが起こるか

<試験方法>

- 重機による釣り上げを強風に見立て、実際の架台を引抜くアセンブリ破壊試験

<試験架台>

- 4本杭の架台に補強アンカー施工、4通りの引抜試験
- 6本杭の架台で補強アンカーなし、比較引抜試験



試験イメージ

<結果>

- 一番最初の破損箇所は接続部位であることがわかった

■ 試験 2

斜めフレームの破断箇所



- 補強アンカーの効果は大きい

<本試験方法の懸念点>

- 重機による定点に作用する荷重であり、アレイ面全体に作用させる試験ではないため、実際の風荷重によるシミュレーション結果と乖離する可能性がある
 - ー あくまで**大まかな問題の洗い出し**にしか使えない

※ 上記をご承知の上、本資料をご参照ください。

1. 現地における架台・杭のアセンブリ引抜試験実施の背景
2. 引抜試験から対策までの流れ
3. 補強アンカーの紹介
4. 今回の引抜試験概要 – 補強アンカーによる引抜強度評価
5. 引抜治具の検討
6. 試験イメージ
 - 6-1. 引抜治具
 - 6-2. 架台配置
7. 試験実施記録
8. 考察と今後の進め方
 - 8-1. 試験結果から分かったこと
 - 8-2. 補強アンカーを使用する場合に考慮すべき架台側の補強対策のポイント
 - 8-3. 次回試験（案）

【課題】

- ・ 構造計算書で架台の一番弱い部位の耐力がきちんと確認できているのか？

梁の単純モデルによる架台の安全性確認は最も基本的な評価基準であるが、これだけで架台の接合部等局所的な強度まで吟味できているか？

架台の接合部など一番脆弱な部位に対する安全性は、複雑な構造解析ソフトによる評価、または各部材ごとの強度試験が標準的手法だが、もっと明瞭簡潔に確認できないか？

- ・ 強風による太陽光アレイへの影響は、風洞実験などによる評価手法で確認できるが、実際の現場で同様の確認はできないか？

既設架台に対して、風圧荷重に近い条件を模擬的に加えることができる治具を準備し、架台・杭全体の引抜試験を行うことによって、破損部位の特定と効果的な補強対策が考察できないか？

自然条件を再現するのは極めて難しいが、これまで現地で実際に行なった破壊試験の資料は見当たらず、今後のアセンブリ実験を考えるうえで一つの参考例をつくれませんか？

【補強アンカーによる効果】

- ・基礎杭の引き抜き支持力が不十分な場合、補強アンカーは実際に効果があるのか、補強アンカーがない状態と比べてどの程度差が出るのか
- ・補強アンカーにつなげるワイヤーを架台の接合部に上手く接続すれば、補強したことによる架台強度への影響を少なくできるのか
(これはフレーム構造解析が難しい)

今回の引抜試験はこのような背景のもと、一つの試みとして実施された

2. 引抜試験から対策までの流れ

1. 既設太陽光発電所の架台を想定し、風圧荷重に対する補強の手段として、**補強用アンカーとワイヤー**を設置し引抜強度試験を行う
2. 引抜試験の結果、架台の中で**一番最初に破損する部位を特定**する
3. 一番最初に破損した部位、並びに強度に懸念がある部位に対し、**対策（改良）**を検討する
4. 対策を実施した架台の引抜試験を実施し、**安全余裕がどの程度向上したか**を数値的に評価し改善例としてその妥当性も吟味した上で報告としてまとめる

※ 今回は 3 までの報告となる

3. 補強アンカーの紹介

今回使用する補強アンカー： 地中で展開してストッパの役割をする
架台の引抜防止に有効

模擬架台を用いた補強能力の確認

※モジュール角度30度で、2 m×3 mの受圧面積を想定



補強アンカーの施工前後の形状比較

実際の展開の様子



架台の引抜き耐力が期待できない状態であっても十分な補強能力を確認

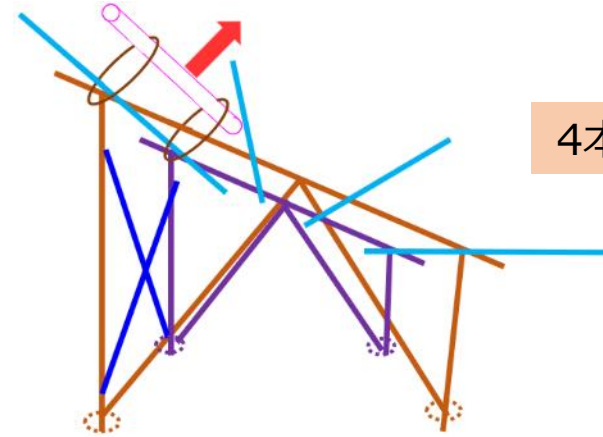
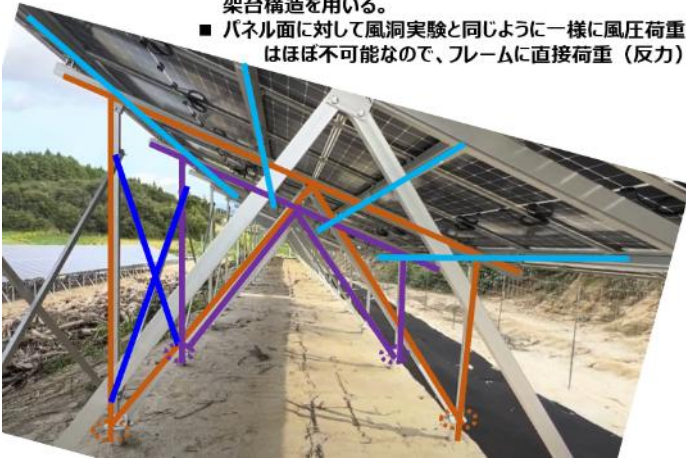
前後に補強アンカー1本ずつ（計:2本）を埋め込み、
架台の4か所をワイヤーで固定して補強した試験例
（単管杭の深さは50cm）

データ・写真提供元：日本地工（株）

4. 今回の試験概要 – 補強アンカーによる引抜強度評価

■ 4つの試験架台の準備

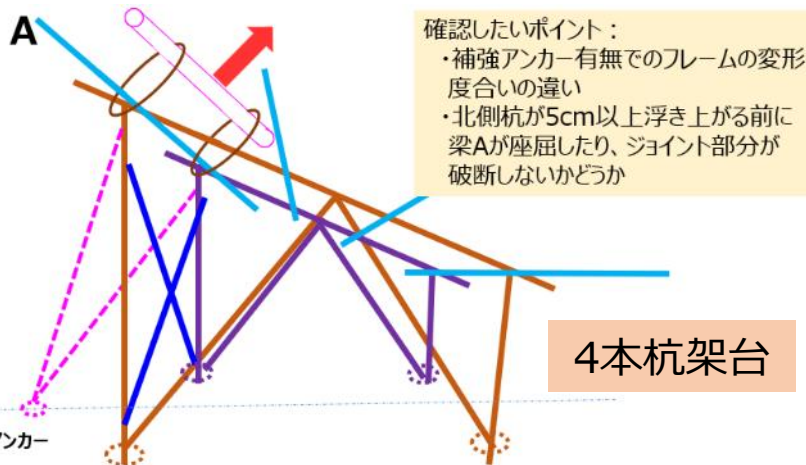
- 風圧荷重による杭の引抜試験には4色のフレームを組み合わせた架台構造を用いる。
- パネル面に対して風洞実験と同じように一様に風圧荷重を加えることはほぼ不可能なので、フレームに直接荷重（反力）を加える。



4本杭架台

試験1. 補強アンカーなし

北側の杭2本は引抜強度を3kN程度に調整済

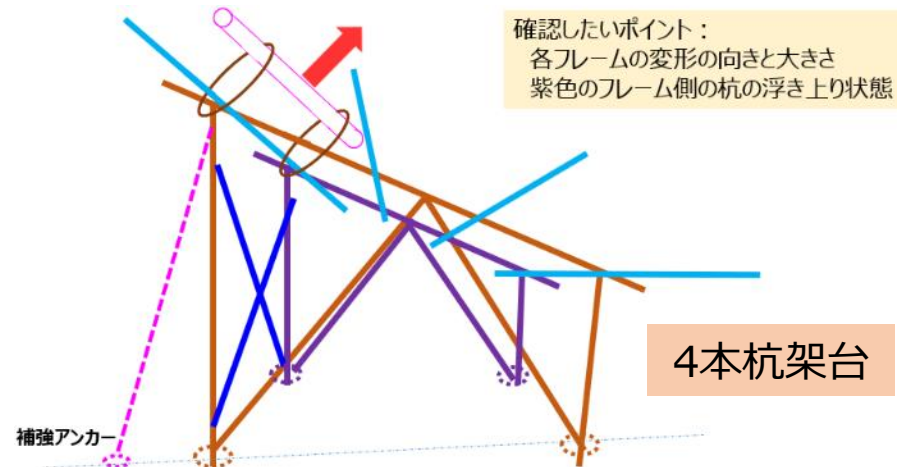


確認したいポイント：
・補強アンカー有無でのフレームの変形度合いの違い
・北側杭が5cm以上浮き上がる前に梁Aが座屈したり、ジョイント部分が破断しないかどうか

4本杭架台

試験2. 補強アンカーを架台へワイヤーで2点固定

北側の杭2本は引抜強度を3kNに調整済



確認したいポイント：
各フレームの変形の向きと大きさ
紫色のフレーム側の杭の浮き上がり状態

4本杭架台

試験3. 補強アンカーを架台へワイヤーで1点固定

北側の杭2本は引抜強度を3kN程度に調整済

試験4. 6本杭架台 で補強アンカーなし

5. 引抜治具の検討

○：架台と治具との固定箇所

① 判定：○ ② 判定：△

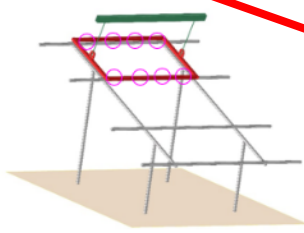


【良い点】

治具の架台への固定はロープ（あるいはワイヤー）。架台フレームにロープやワイヤーを輪っかにして巻き付けるのであれば接合部設計は容易になる。

【懸念点】

4点引張りなので、ロープの長さによらず、3点だけに力がかかり、残りの1点には余力がかからない状態も考えられる。それにより予期せぬ架台の変形が起きる可能性あり



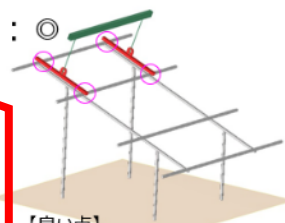
【良い点】

うまく設計すればPVパネル固定棒（赤色）による多点留めができ、強い引っ張り力でもブラケットが壊れる心配がなさそう。（固定箇所はピンクの丸部分）

【懸念点】

横梁が座屈するような破壊モードに対して、赤棒の強度が大き過ぎると自由な変形が阻害される可能性あり。PVパネルのアルミフレームと同レベルの強度にできればより実際に近い試験になると考える。

③ 判定：◎



【良い点】

左右の斜め梁に対して、独立に力がかけられるので、試験条件としては一番好ましい。

【懸念点】

ピンクの丸部分で、PVパネル固定のブラケットを使用するイメージ。ブラケット固定であれば、斜めの架台縦フレームより少し内側で固定することになる。

パネル1枚を固定するブラケットにパネル3枚分位の引張り力が働くので、ブラケット強度設計を考慮し、固定ポイントごとにブラケットを2つずつ使用する方法をとる。

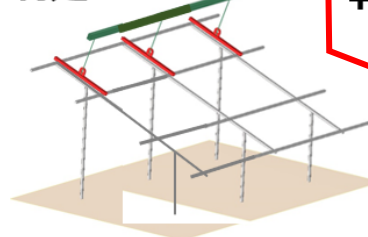
模擬的な風圧荷重を架台に加えるための検討案の一覧

※ 当初は治具と架台の固定は、実際に太陽光パネルを固定している標準ブラケットの使用を検討していたが、最終的に使用しなかった

※ 左下図のように、引抜治具を上段・下段に装着し、上下段同時に引っ張れば、より実際の風圧荷重に近づけられるが、治具の重量や試験の複雑さから断念した。
今回は、実際の架台事故事例で多い北側杭の引き抜けを想定し、上段側の引抜のみを選択した

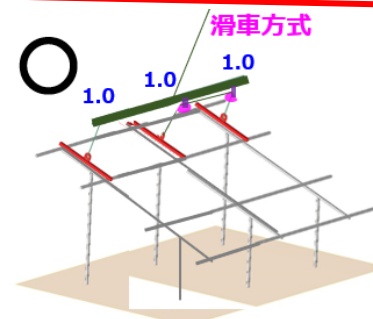
← 4本杭の架台用

判定：×



治具の梁（緑色）は剛性が高いため、3本の架台支柱の何れかの引抜力が弱くても、他の2本の支柱が踏ん張れば、弱い支柱も浮き上がらない。。

判定：○



滑車を2つ、治具の梁（緑色）に取り付け、天秤方式でそれぞれの梁を引き上げられる構造とし、どれか1本の梁が変形しても3本の梁に一樣に荷重が作用するよう工夫を加えた。この構造であれば、決定的に、それぞれの支柱1つだけが浮き上がるような破壊モードを再現できると考える。

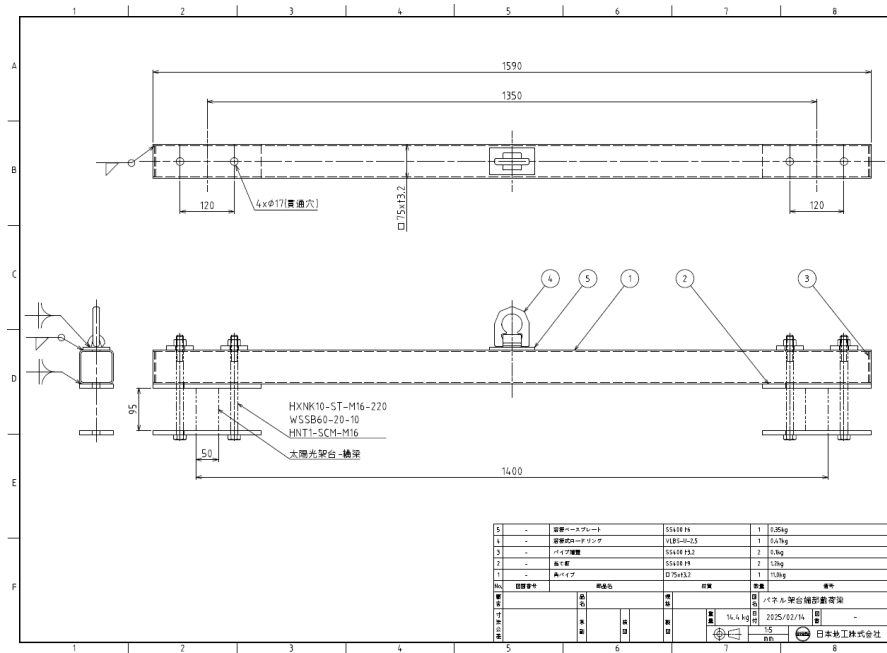
6本杭の架台用→

上段・下段の両方に治具を装着したイメージ ⇒ 今回は計画に含めず

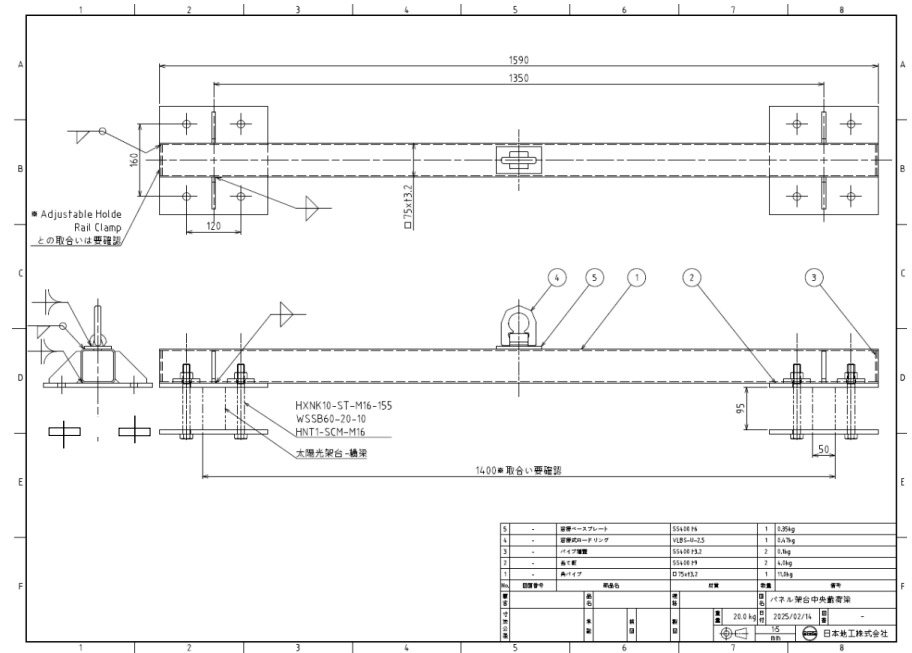
次ページ以降に参考として試験イメージを掲載

- 引抜治具（架台フレームに取り付ける部品）
- 重機による引抜試験のイメージ
- 試験架台の配置図

6-1. 引抜治具

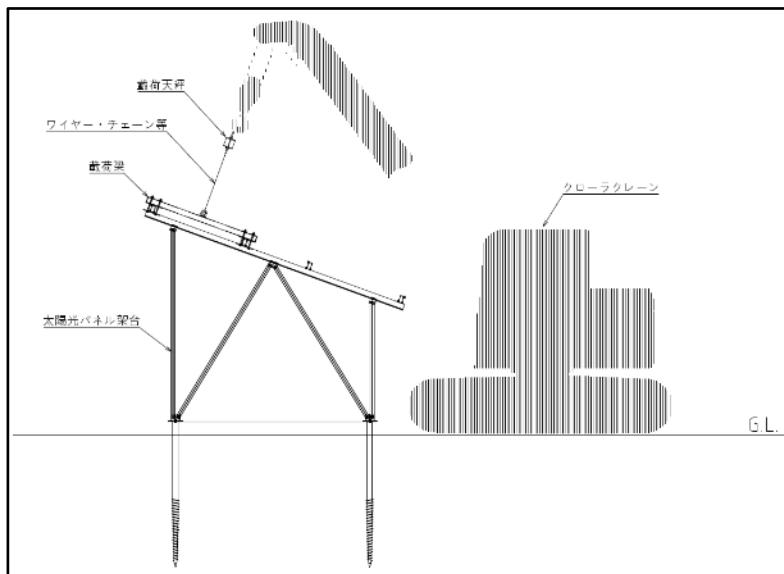


4本杭架台取付用



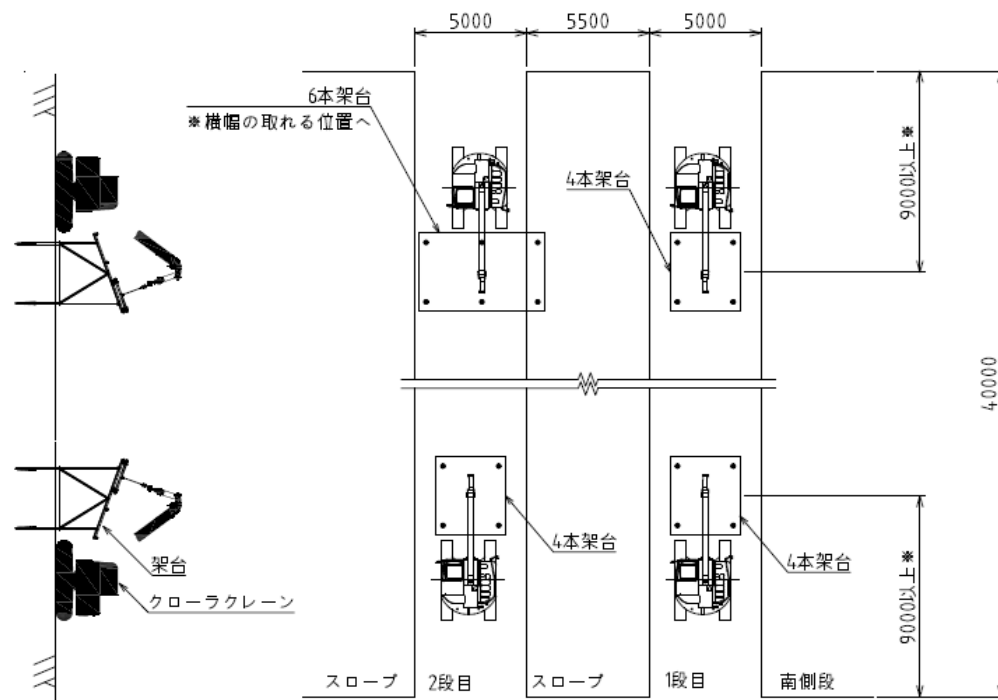
6本杭架台の中央フレーム取付用

6-2. 架台配置



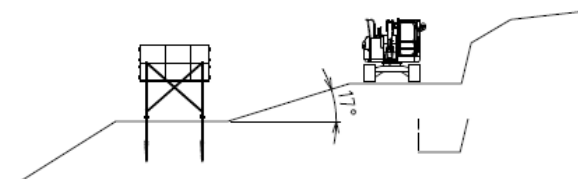
引抜試験のイメージ

4本杭架台x3、6本杭架台x1



※重機の前方向位置調整が出来るよう、重機背面にも水平な地面が必要

通路



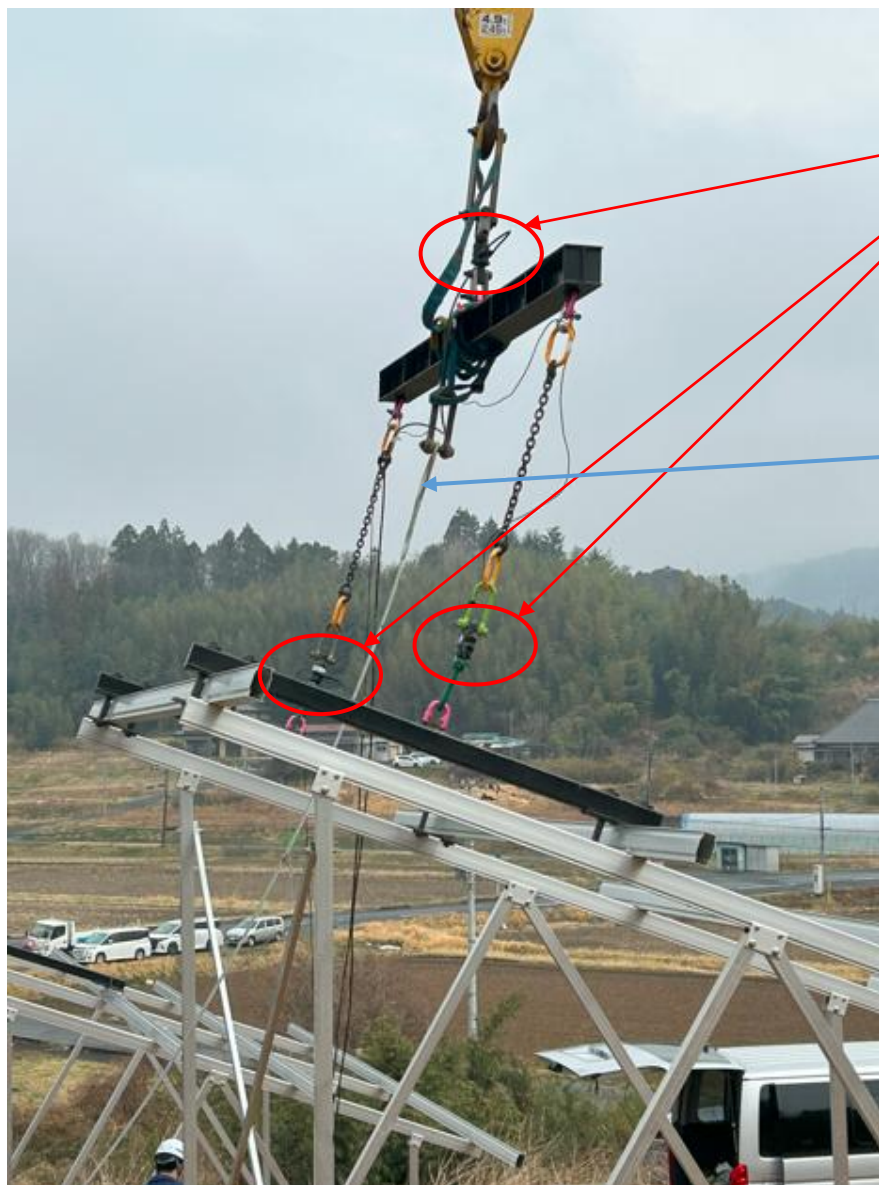
7. 試験実施記録

■ 試験風景 地盤：粘性土 N値：3～6程度



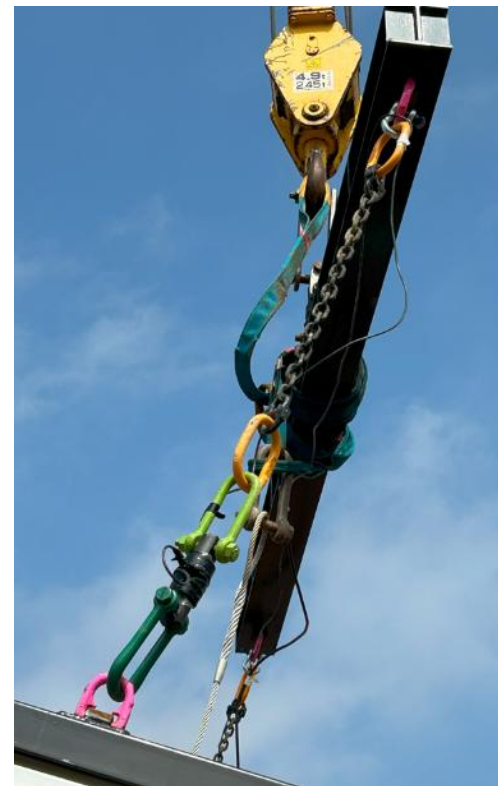
7. 試験実施記録

■ 引抜治具（4本杭の架台用）



3つの
ロードセンサー

安全ワイヤー
(治具の飛び跳ね防止。
対面の別の重機に固定)



7. 試験実施記録

■ 引抜治具（6本杭の架台用）



4つの
ロードセンサー

滑車
部材の変位によらず均等荷重を付加する目的



7. 試験実施記録

■ 変位計 + 測量機器



架台柱上部に
貼り付けた
測量ターゲット



7. 試験実施記録

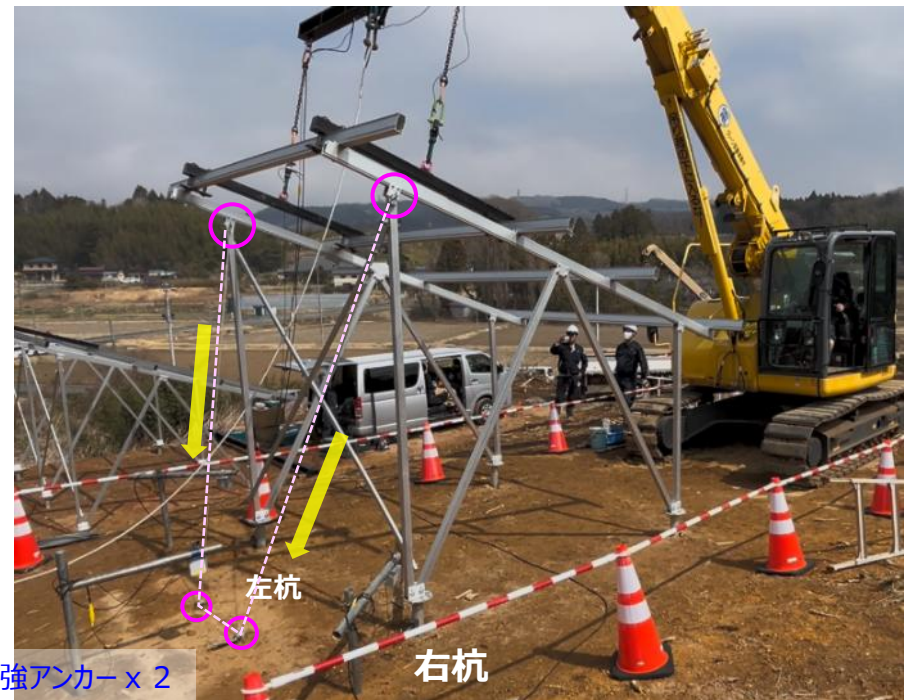
■ 試験 1 (結果)



↑ 補強アンカー取付前は**全体荷重6.4kN**
(左杭 2.9kN、右杭 2.8kN) で
左杭 2.8mm、右杭 74mmの浮き上がり

※ 本資料における杭の左右の呼び名は写真の通り

その後、**比較のために補強アンカー2本を取り付け**。結果、**全体荷重7kN**までは**ほぼ浮き上がりなし**。**17.6kN** (左杭 8.5kN、右杭 8.5kN) で
左杭15mm、右杭 65mmの変位が生じた。
(負荷を除いても杭の変位は残っていたが、
架台に目立ったダメージは残らなかった) →



補強アンカー × 2

7. 試験実施記録

■ 試験 1 (補強アンカー取付前) — 測定結果

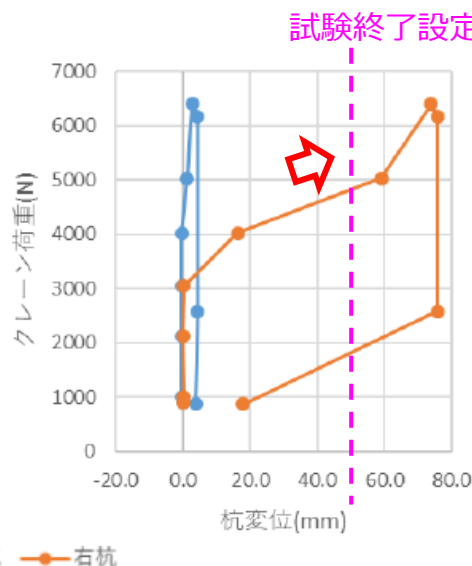
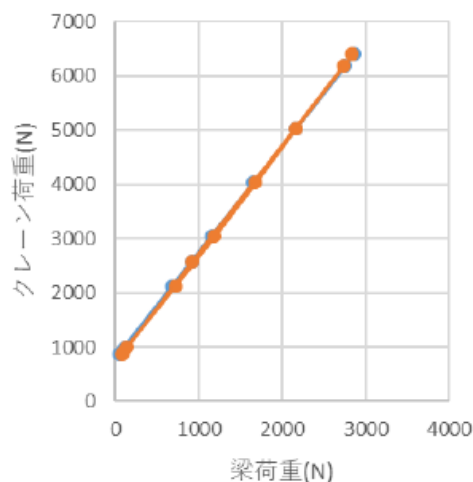
荷重(N)			変位(mm)		備考
クレーン	左梁	右梁	左杭	右杭	
891	71	96	0.0	0.0	-
1002	124	138	-0.2	0.2	-
2116	682	719	-0.2	0.0	-
3044	1153	1187	-0.2	0.2	-
4028	1653	1678	-0.2	16.4	-
5030	2171	2170	1.2	59.1	4529Nにて右杭50mm超過
6403	2865	2841	2.8	73.9	最大荷重
6180	2759	2739	4.4	75.7	-
2580	918	923	4.4	75.7	-
872	47	84	3.8	18.0	破壊まで行わず終了

※柱変位は測定せず

北側の杭 2 本は軟弱地盤を模した状態で3kN程度で抜けるよう施工した。

試験では、北側の左右の杭にほぼ均等に荷重が作用しているが、右側の杭が先に抜けはじめ74mm程度まで抜けた時点で試験を中止した。

※ 計画では50mmを試験終了目安とした



試験では、右側の杭の変位が大きく**全体荷重約6.4kNで試験終了**となった。

左右の杭の地盤の状態に差があったと考えられる。

7. 試験実施記録

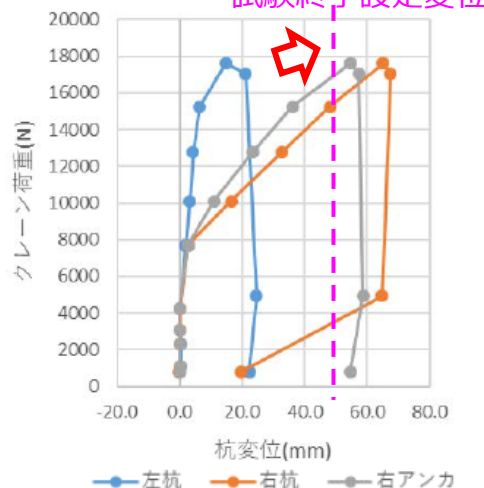
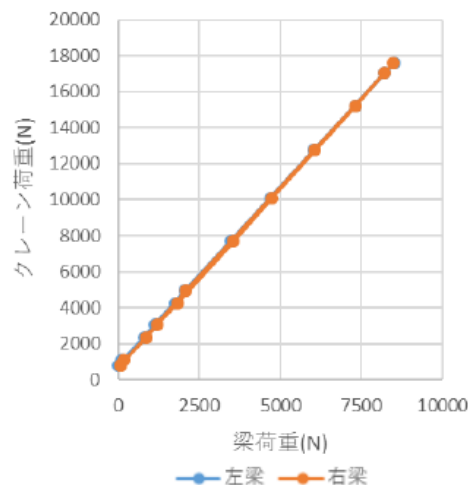
■ 試験 1 (補強アンカー取付後) — 測定結果

荷重(N)			変位(mm)			備考
クレーン	左梁	右梁	左杭	右杭	右アンカ	
817	24	78	0.2	0.0	0.0	-
1076	112	180	0.4	0.2	0.0	-
2320	788	851	0.4	0.2	0.0	-
3044	1129	1187	0.2	0.4	0.0	-
4250	1747	1816	0.2	0.4	0.0	-
7702	3482	3554	1.8	3.0	2.8	-
10115	4694	4753	3.2	16.6	11.0	-
12751	6035	6077	4.2	32.9	23.4	-
15238	7312	7324	6.4	48.3	36.0	-
17613	8518	8493	14.8	65.3	54.6	最大荷重 15126Nにて右杭変位50mm超過
17075	8224	8223	21.1	67.7	57.4	-
4937	2047	2074	24.5	64.9	58.8	-
798	6	72	22.3	20	54.6	破壊まで行わず終了

試験1の後半では、**補強アンカー2本を施工**し、両方のアンカーヘッドにワイヤーを通して、ワイヤー両端を架台に固定した。ワイヤーの弛みはターンバックルで調整。前頁の試験と同様、右側の杭が抜けはじめ、65mm程度で試験を終了した。

※ 計画では50mmを試験終了目安とした

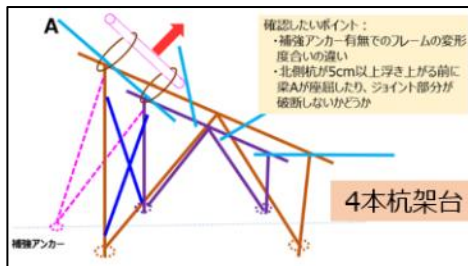
この試験でも、右側の杭の変位が大きく**全体荷重約17.6kNで試験終了**となった。



補強アンカーを敷設することで、架台全体が3倍近い荷重まで耐えられることが確認できた。

7. 試験実施記録

■ 試験 2



補強アンカー（V字型2か所固定）を取付け、架台が破断するまで引抜試験を実施した

横梁の反りを確認

破断箇所



7. 試験実施記録

■ 試験 2

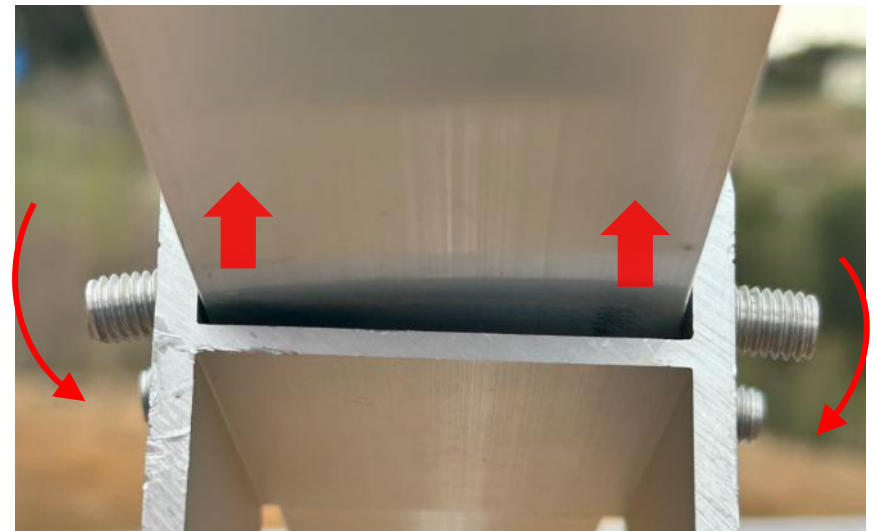
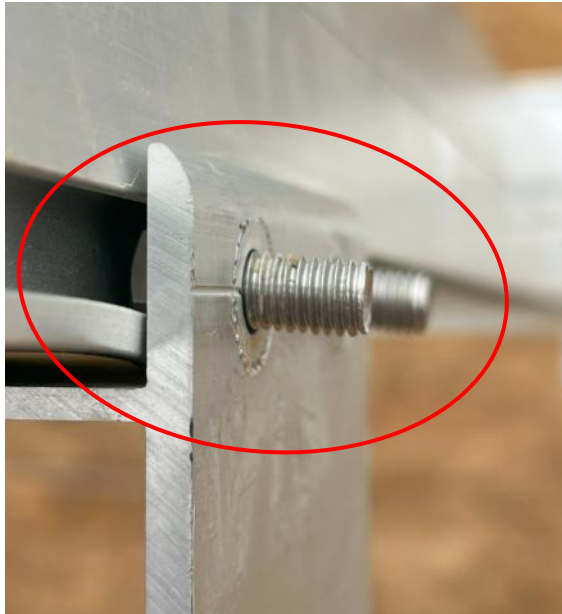
斜めフレームの破断箇所



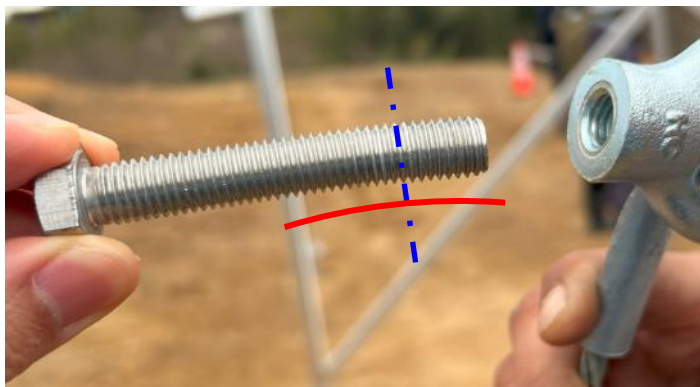
7. 試験実施記録

■ 試験 2

破断しなかった左柱側の
斜めフレーム接続部の状況



斜め部材は破断しなかったものの、ボルト固定部は相当な変形が見られ、人力では取り外すことができない状態となっていた。



補助杭のワイヤー固定用アイボルトを留めるボルトも目で見て分かる変形が確認された。

7. 試験実施記録

■ 試験 2 — 測定結果（補強アンカーのV字固定）

荷重(N)			変位(mm)					備考
クレーン	左梁	右梁	左杭	右杭	アンカ	左柱	右柱	
724	0	48	0.0	0.0	0.0	0	0	-
2561	924	971	-0.6	0.4	-0.2	1	2	-
5234	2230	2260	-0.2	1.0	-0.2	5	3	-
7758	3465	3500	-0.2	1.4	0.6	7	5	-
10097	4612	4621	-0.2	1.6	1.8	11	6	-
12565	5841	5862	-0.2	2.8	2.6	12	8	-
15089	7088	7108	0.0	3.0	3.0	15	9	-
17502	8277	8283	1.2	3.2	3.8	16	10	-
20212	9483	9452	1.4	3.8	3.8	21	10	-
22736	10859	10920	51.4	4.2	17.6	-	-	-
25409	12159	12268	63	4.4	19.6	126	53	最大荷重
24499	11712	11831	72.2	5.4	21.6	-	-	右柱側縦フレーム接続部にて破壊
2988	1153	1115	82	4.2	20.4	-	-	-

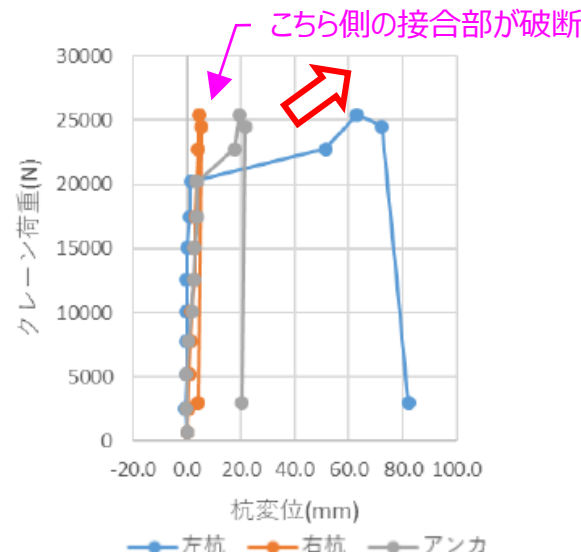
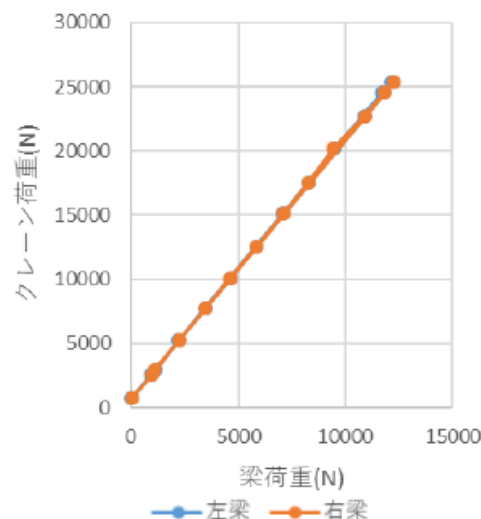
試験では、補強アンカー1本を施工、ワイヤーでV字に架台へ取り付け、引抜試験を行った。

左杭が先に抜けはじめ63mm変位した時に右柱側縦フレームと斜めフレームを接続する部分が破断した。

全体荷重約25.4kNで試験終了となった。

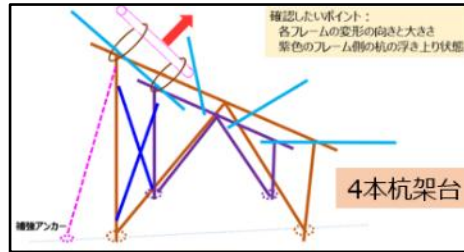
破断した右柱側縦フレーム(右梁)には約12.3kNの荷重がかけられた。

右杭の変位が小さかった分、梁の接続部への負荷集中が大きかったと考えられる。



7. 試験実施記録

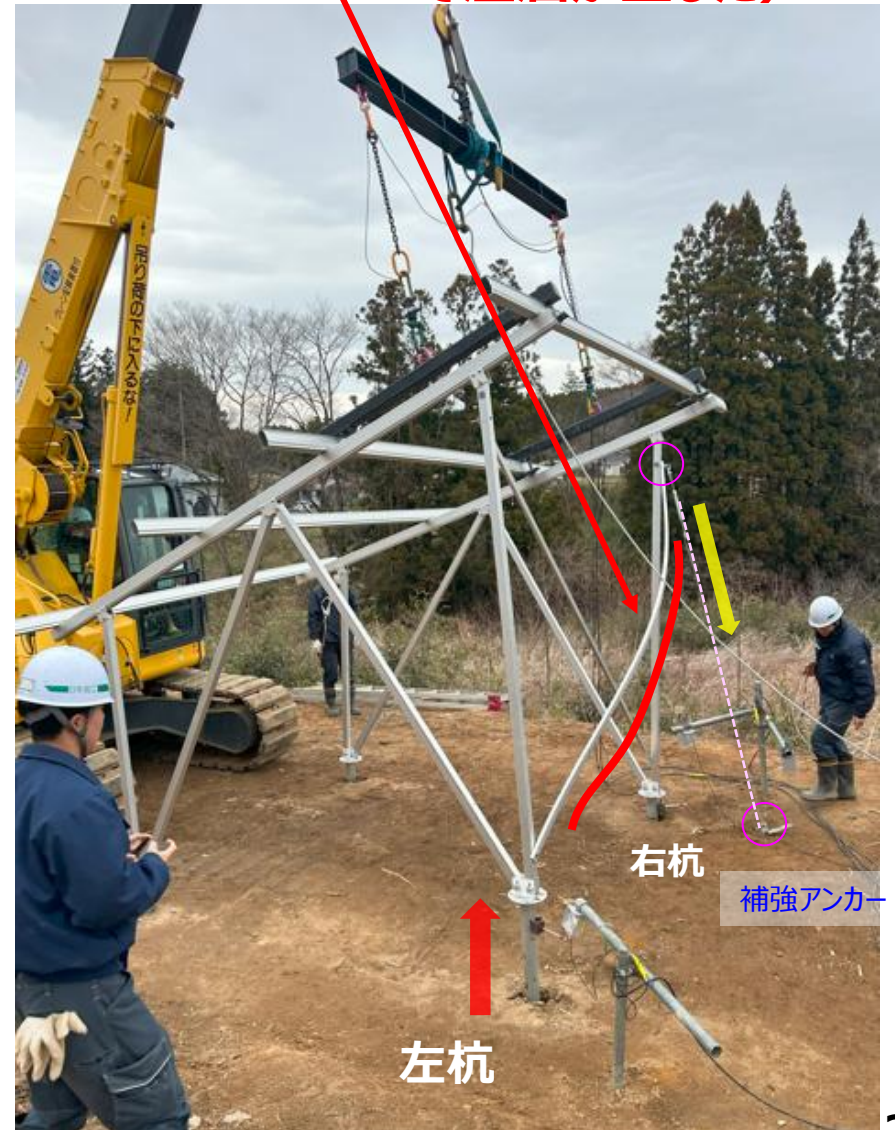
■ 試験3



補強アンカー（右柱の上部**1**か所固定）を取付け、架台に変形が生じるまで引抜試験を実施した



変形箇所（大きな音とともに一瞬で座屈が生じた）



7. 試験実施記録

■ 試験 3

試験 3 では、ワイヤー取付の
アイボルトは筋交い固定ボルト
を使って留めた

※ 試験 2 とは別の位置



筋交いに塑性変形が生じた後、
別のアングルから撮影した架台の状態



荷重を除去した後も筋交い
の変形は元には戻らず、
杭は浮き上がった状態の
まま残った。

7. 試験実施記録

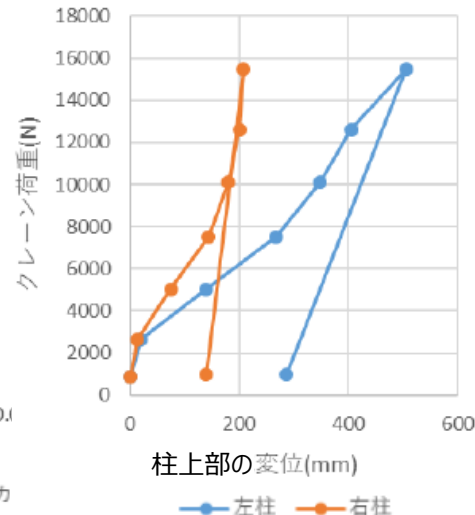
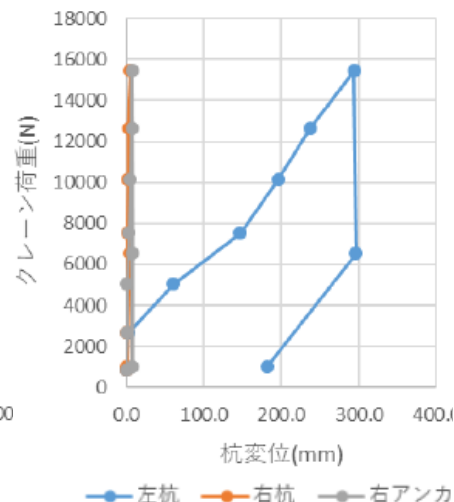
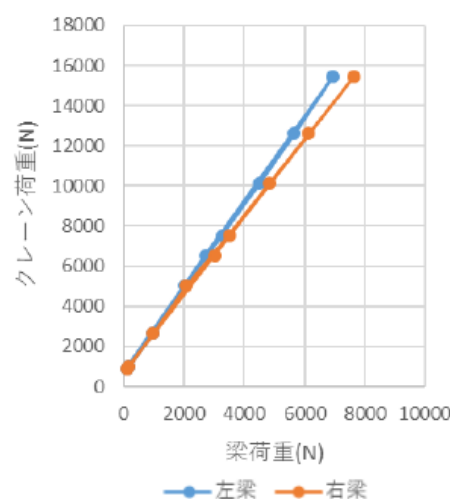
■ 試験 3 — 測定結果（補強アンカー片側固定）

荷重(N)			変位(mm)					備考
クレーン	左梁	右梁	左杭	右杭	アンカ	左柱	右柱	
872	100	108	0.0	0.0	0.0	0	0	-
2654	971	977	3.4	0.6	0.8	20	13	-
5030	2024	2080	61.0	1.4	1.2	139	74	4529Nにて左杭変位50mm超過
7535	3282	3494	147.2	2.0	4.0	268	144	-
10134	4506	4849	196.2	2.4	5.4	349	180	-
12621	5653	6131	237.1	3.4	7.2	405	200	-
15460	6953	7648	293.9	5.0	7.6	506	208	最大荷重
6533	2729	3021	296.5	5.4	8.0	-	-	-
1002	153	168	181.7	1.2	8.2	287	139	破壊まで行わず終了

本試験では、補強アンカー1本を施工し、右側支柱の筋交い固定部のみにワイヤー1本を張り引抜試験を行った。

左杭は大きく変位し、家鳴りのような音が続いた後、大きな異音とともに筋交いの一本が湾曲し、左杭は300mm持ち上がった。荷重を0に戻しても湾曲は戻らず、塑性変形を起こしていることが認められた。**全体荷重15.5kNで試験終了**となった。

左右杭の変位に比べ、左右柱上部の変位が大きいのは、柱の上部がそれぞれ200mmほど傾いたためと思われる



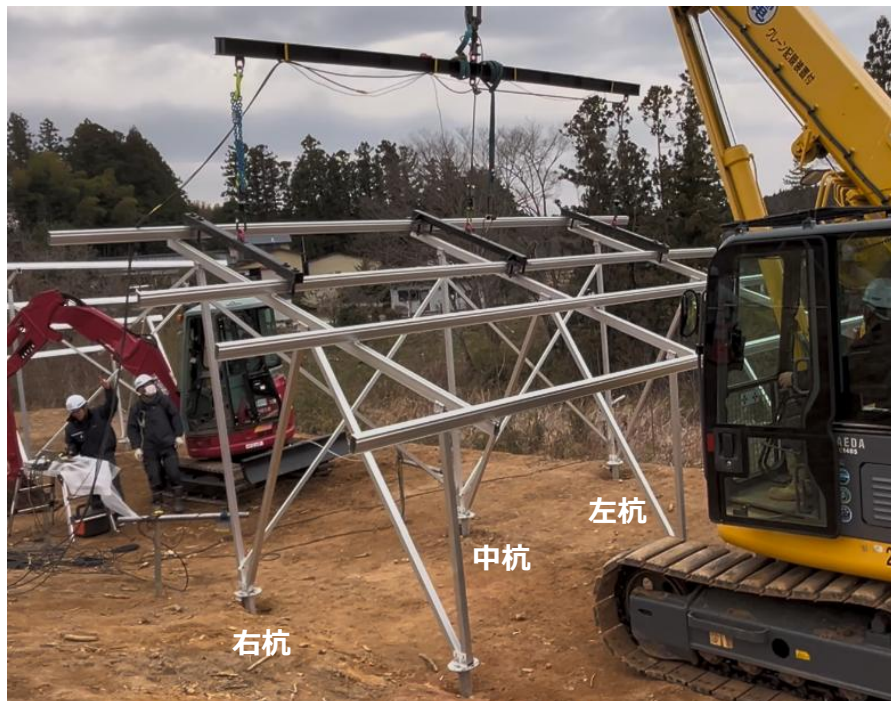
7. 試験実施記録

■ 試験 4

最後に **6 本杭架台**の引抜試験を実施した。（補強アンカーなし）

試験 1 ～ 3 に関しては、北側杭の引抜力を意図的に下げた状態で試験を行ったが、この試験は、通常の杭強度 $10 \sim 15 \text{ kN} / 1 \text{ 本あたりの施工}$ で、どの部位に最初に破壊が起こるかの確認が目的である。

結果、**試験 2 と同じ接合部が破壊**されたため、この架台構造において最も補強すべき部位はこの部分であると考えられる。**破壊に至った引抜荷重は 29.8 kN** であった。



7. 試験実施記録

■ 試験 4

斜めフレームの破断箇所



試験 2 と同じ破壊状態であった。この架台で一番に補強を考えるべき部位。

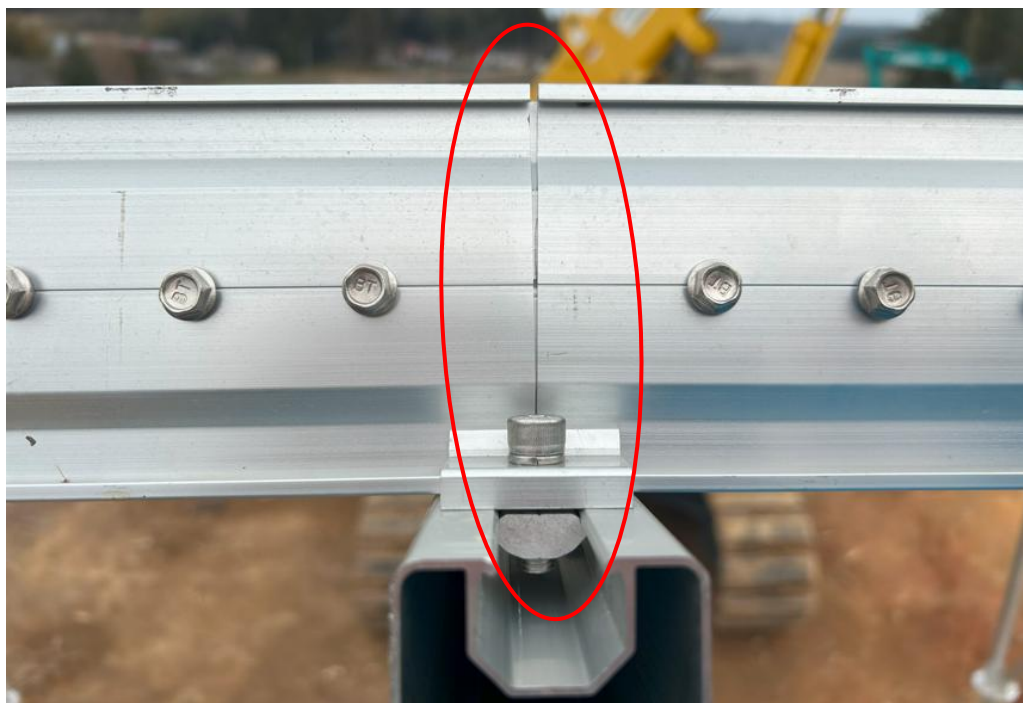
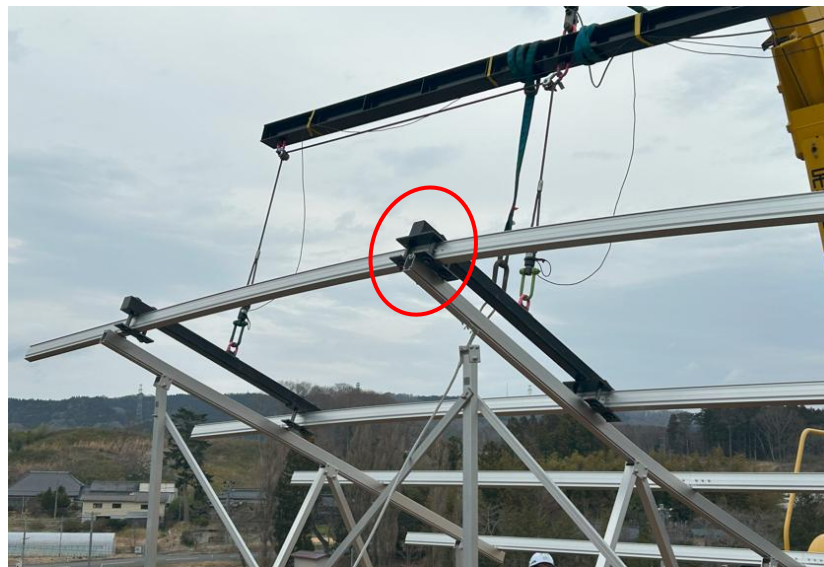
スライド式の固定方法を採用しており、ブラケットをボルト 2 本⇒3 本締結にする、或いは、固定場所を斜めフレームの
もっと強度が確保できる部位に変更する
等のような設計変更により、更に風圧耐荷重の優れた架台にすることが可能
と思われる。

7. 試験実施記録

■ 試験 4

水平フレームの接合部分の状態

試験治具による架台への荷重のかかり方と、実際の風圧荷重では差異がある可能性もあるが、右図のように接合部の変形はそれほど大きくなかった。



7. 試験実施記録

■試験4－測定結果

荷重(N)				変位(mm)						備考
クレーン	左梁	中梁	右梁	左杭	中杭	右杭	左柱	中柱	右柱	
1485	65	36	59	0.0	0.0	0.0	0	0	0	-
2784	459	581	431	0.0	0.2	0.0	-	-	-	-
5067	1218	1390	1181	0.0	0.4	0.0	11	10	12	-
7665	2059	2331	2008	0.0	0.4	0.0	-	-	-	-
10431	2935	3350	2865	0.0	0.8	0.2	12	11	13	-
12788	3653	4285	3585	0.0	0.8	0.0	-	-	-	-
15535	4494	5376	4412	0.0	0.8	0.2	13	12	14	-
17873	5277	6209	5174	0.0	1.4	0.2	-	-	-	-
20509	6053	7318	5936	-0.2	1.6	0.6	15	15	16	-
25427	7494	9410	7318	-0.2	2.0	0.8	15.0	15.0	17.0	-
29826	8818	11250	8600	0.0	2.0	0.8	17	66	26	最大荷重 中柱縦フレーム接続部にて破壊
1429	76	36	0	0.0	0.6	0.8	-	-	-	-

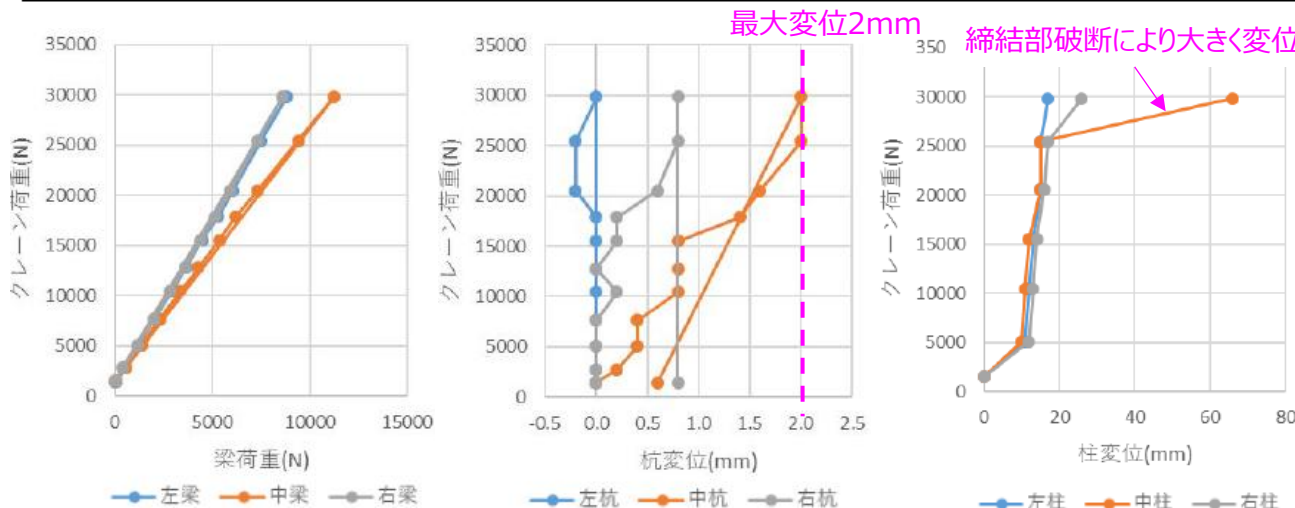
試験4では、全ての杭が本来の引抜強度を有するものであり、補強アンカーを使用せずに引抜試験を実施した。

破壊は中央柱で発生し、破断部位は試験2と同じ場所であった。

杭の変位は中央杭でも2mmに収まった。

全体荷重29.8kN、破断した中柱の最大荷重は11.2kNで試験終了となった。

治具設計検討では3つの梁に均等荷重がかかるものと想定したが、中央梁の荷重が他の1.3倍程度となった。



7. 試験実施記録

■ その他懸念事項

本試験にて、杭基礎から架台を締結する部品が浮き上がることが確認された。

杭基礎への固定はボルト2本締結としているが、ボルト位置が南方向に行くほど、テコの原理が作用して、固定部品の浮き上がりが大きくなる。

可能な範囲で北側に近い位置で固定することが望ましいと考えられる。



上段2つは試験2、下段2つは試験4で撮影した。

試験4は補強杭がない状態なので、杭基礎に対する引抜力が強く作用するため、浮き上がりは試験2に比べると大きい



8-1. 試験結果から分かったこと - 4本杭架台

■ 試験 1 ～ 2 より

本試験条件においては、補強アンカーなし4本杭架台では、全体荷重6.4kNが引抜耐力の限界値であったが、**補強アンカーを施工することにより、全体荷重20kN以上にも耐えることが確認できた。**また、**架台の最も弱い接合部が全体荷重25.4kN（局所荷重12.3kN）で破断することが確認できた。**

メーカーのJISC8955(2017)をベースにした強度計算書では、架台全体に作用する当該発電所の環境条件（地表面粗度：Ⅲ、架台の平均地上高：2.8m）での**最大風圧荷重は15.1kN**とされており、**意図的に北側の2本の杭の引抜強度を1/5～1/3程度にした場合（雪解け水で軟弱地盤化した想定）でも補強アンカーが施されていれば十分な安全性を維持できることが確認できた。**

■ 試験 3 より

東西方向に多くのアレイが連なるひと固まりの架台の場合、補強アンカーをアレイ端部の2本の柱のみに施工することが考えられる。この場合、風圧が強ければ補強アンカーに繋がれた柱とそうでない柱の間には大きな引抜強度差が生じる場合があり、そのため架台全体がひしゃげるような変形がおきる。今回の試験において、**柱（基礎杭）間の引抜強度差による架台変形を防止する対策として筋交いの役割は非常に重要であることがあらためて確認できた。**

8-1. 試験結果から分かったこと - 6本杭架台

■ 試験4より

本試験条件において、基礎杭の6本全部の引抜強度が十分な場合（想定10～15kN／本）、**補強アンカーなしに架台全体が29.8kNまで耐えられることが確認された。** 杭の変位は一番大きなところで中杭（2mm）で安全範囲と言える。破断が最初に確認された**架台の最も弱い接合部は試験2と同じ接合部分であり、局所荷重11.2kNで破断した。**

メーカーのJISC8955(2017)をベースにした強度計算書では、架台全体に作用する当該発電所の環境条件（地表面粗度：Ⅲ、架台の平均地上高：2.8m）での**最大風圧荷重は30.2kN**とされており、それよりも0.4kN程度低い値で本試験で架台接合部の破断が発生したが、その理由として**本試験がアレイ上段のみに集中して荷重をかける試験条件であり、本来想定される風圧荷重よりも大きな荷重が局所的に作用したためであると考えられる。**

本試験条件が実際の風圧条件とどの程度乖離があるかは議論の余地が残るが、**この試験で破断した部品の強化を検討することはより安全性を向上させる架台設計を考える際に一つのヒントになると思われる。**

8-2. 補強アンカーを使用する場合に考慮すべき架台側の補強対策のポイント

- 今回、補強アンカーをワイヤーを使って架台の柱へ固定する方法として、
 - ・柱と梁を接合する接合部品のボルト締結部（試験 1 後半，試験 2）
 - ・筋交いと柱の締結部（試験 3）

の 2 か所を利用した。どちらにおいても架台の柱や梁の部分が座屈、変形するなどの悪影響は確認されず、両者とも補強アンカーのワイヤー固定位置とて妥当と判断できた。

- ワイヤーを使った補強の場合、ワイヤーの張りの調整が重要で、張りが強すぎれば本来の架台設計では考えられていない荷重が常時架台に作用することになる。一方、張りが弱すぎれば、ワイヤーが弛んでしまっただけで強風時に補強効果が得られない可能性が考えられる。

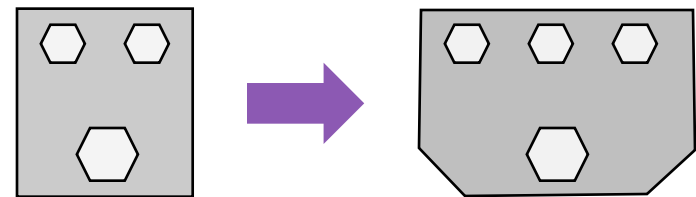
このタイプの補強アンカーを使用する際、ワイヤーの弛み調整がどの程度の頻度で必要になるかは別の試験にて確認をすることが望ましいと思われる。
（風による繰り返し振動荷重など）

8-3. 次回試験（案） — 実施するか否かは未定

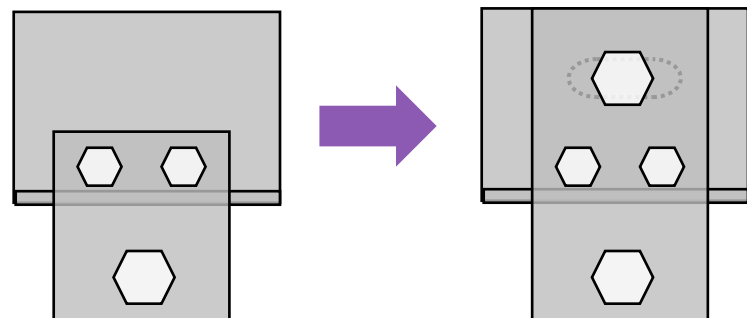
- 架台の補強 — 補強アンカーを併用する前提で、より強い風圧荷重に耐えうる架台設計を考える上で、次の2点の評価を行う。



【改良案-A】 梁締結ボルトの本数を3本、或いは4本に増やして破断部の接地面積を大きくする



【改良案-B】 梁の中央を別のボルトで追加固定する
※ 梁の位置調整をするため、長孔が必要？



8. 考察と今後の進め方

8-3. 次回試験（案） — 実施するか否かは未定

■ 補強アンカーのワイヤー取付位置



【改良案-C】 架台の柱にワイヤーを固定するのではなく、斜め梁にワイヤー取付ベルトを巻き付けてワイヤーを固定する。これにより、柱と梁の接合部の強度に余裕がない架台に対して、接合部に余分な負担を加えない架台補強が可能と思われる



8. 考察と今後の進め方

8-3. 次回試験（案） — 実施するか否かは未定

■ 筋交いの補強

【改良案-D】 筋交いの座屈耐性を向上させるため、
2本の筋交いの中央部をボルト固定する。



2本の筋交い同士をボルトで固定し、座屈に対する耐性を向上させる



このように一方の筋交いが座屈する際には、
他方の筋交いと中央部が離れる形になるが、
両者の中央部を固定することによりこのよう
な状態に至る強度が増すことが期待できる。

8. 考察と今後の進め方

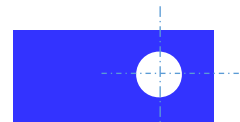
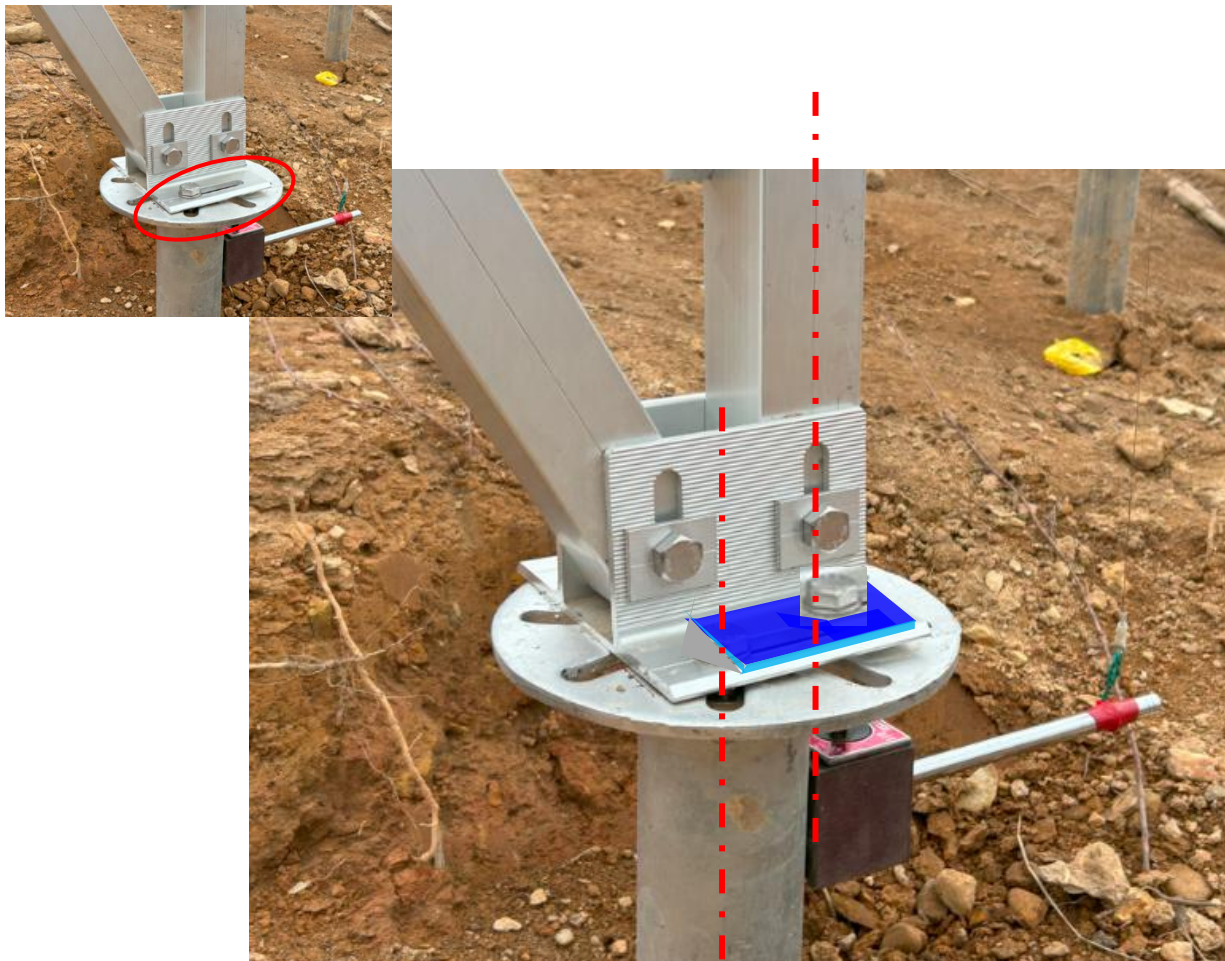
8-3. 次回試験（案） — 実施するか否かはまだ未定

■ 杭基礎と架台接合部の補強対策

【改良案-E】

架台の柱の中心線と基礎杭の中心線との距離をなるべく小さく抑え（例えば25mm以内）、**基礎フランジの固定ボルトは架台の柱に近い位置（もしくはやや北側）**とする。これにより、テコの原理で固定金具が容易に浮き上がってしまう現象を抑えられる。

加えて、左図のように、**補強プレート**をボルトの下に挟み、**固定金具の長孔部分を補強**する。ボルトの集中荷重が作用する長孔部分の脆性破壊も防止。



このような対策法でコストパフォーマンスの高い改善
が多くの既設発電所に適用されることを推進してま
いります。ご協力よろしくお願い致します。

ご清聴ありがとうございました！



https://www.jpea.gr.jp/document/handout/chiiki_checklist/