

耐震ケーブルブレースの紹介

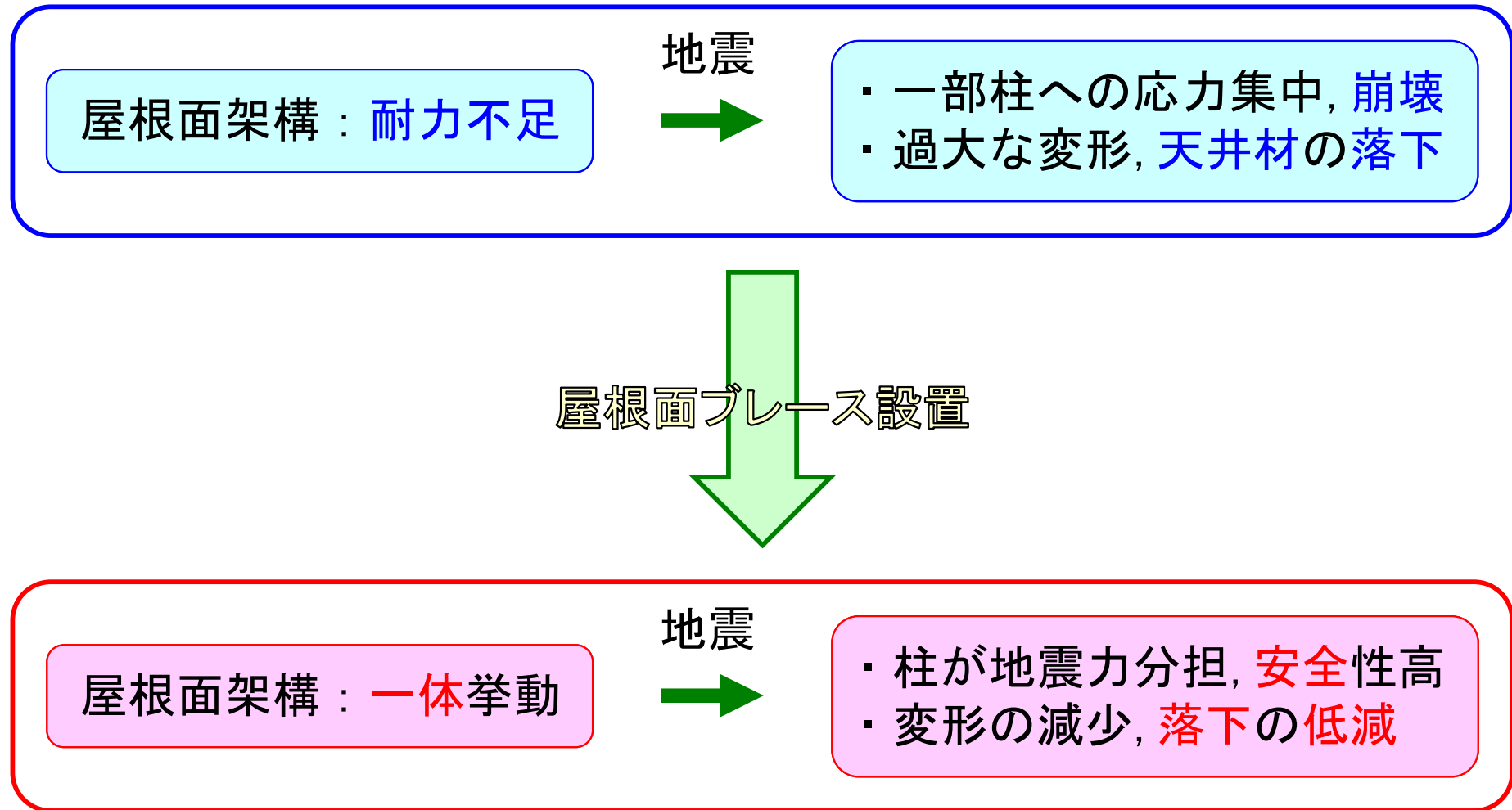
神鋼鋼線工業株式会社
エンジニアリング事業部



H.P.から施工動画他、各種資料をご覧頂けます。
(<https://www.shinko-wire.co.jp/products/engineering/cablebrace.html>)

■屋根面ブレースの役割

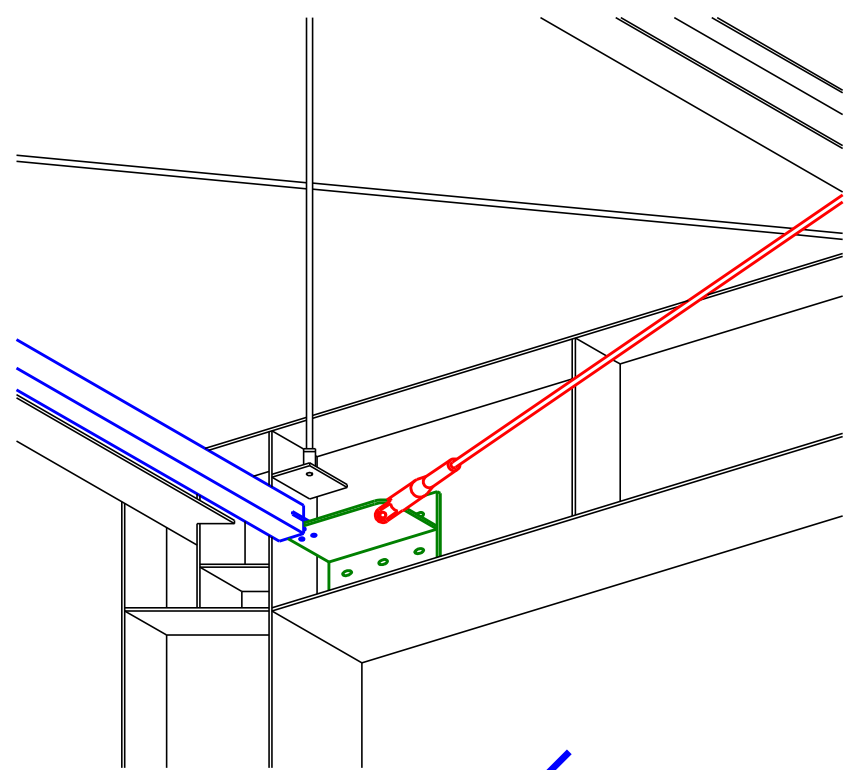
1. 効果



■屋根面ブレースの役割

2. 要求事項

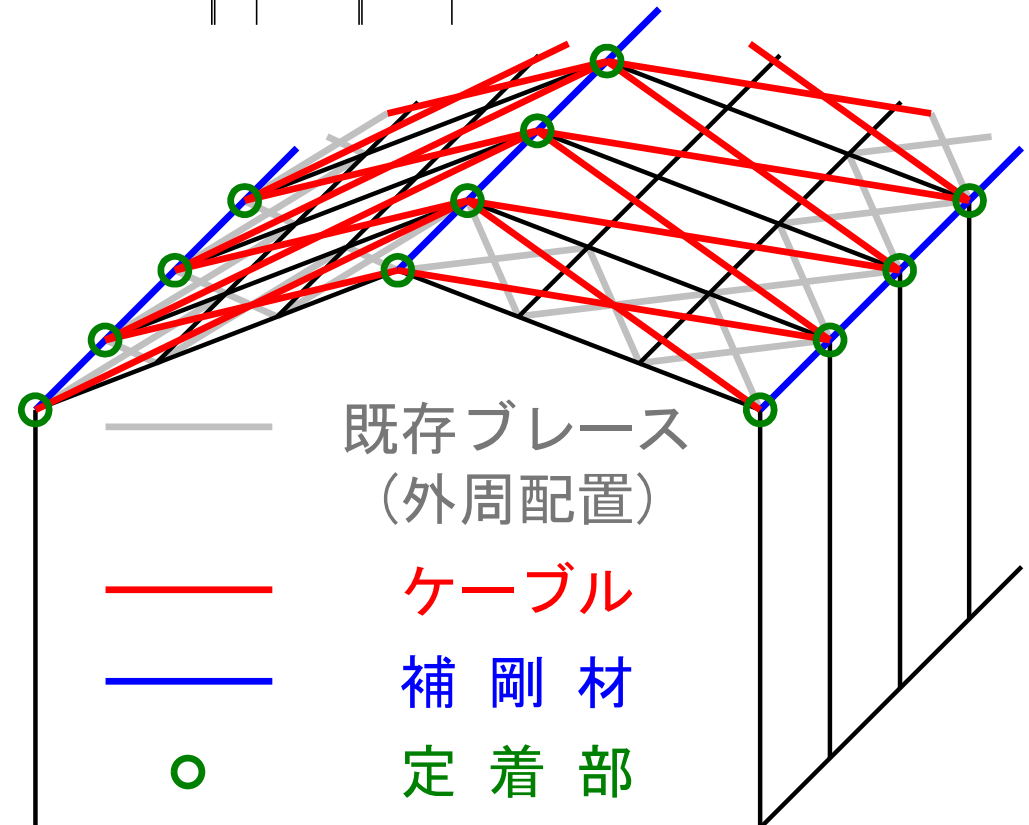
- ①安全性の確保
- ②簡易な設計
- ③施工性の向上
- ④施工期間の短縮



■耐震ケーブルブレース

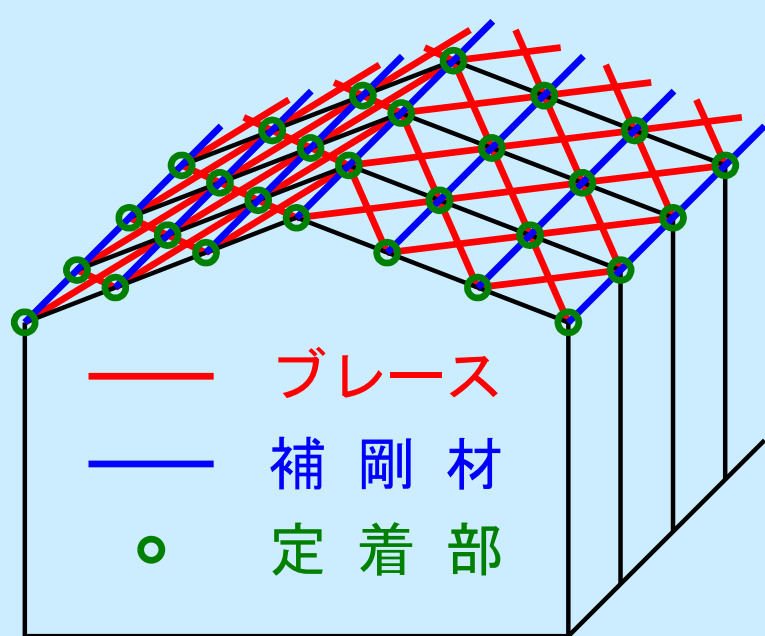
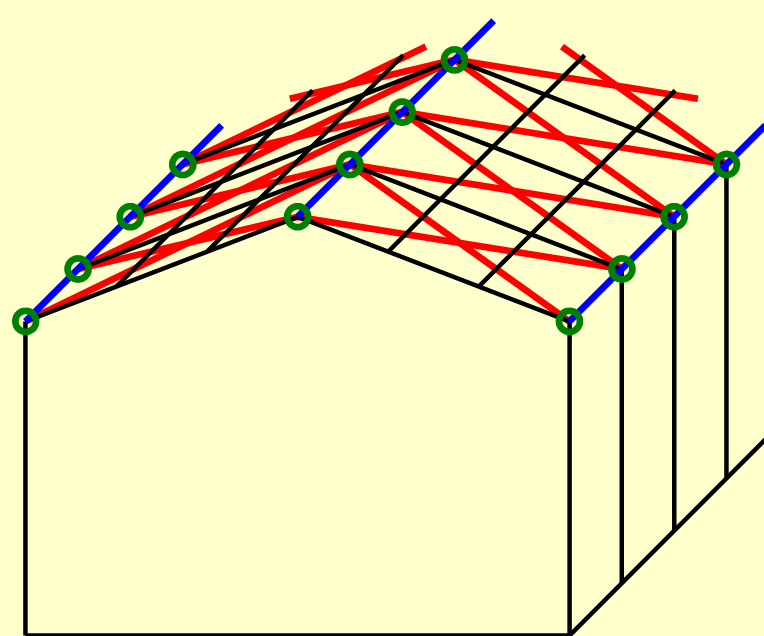
1. 概要

- ①建設技術**審査証明**を取得
- ②屋体基準の**精算法**による設計
- ③柔軟性に富む**ケーブル**の適用
- ④部材**重量, 数量, 足場**の低減



■耐震ケーブルブレース

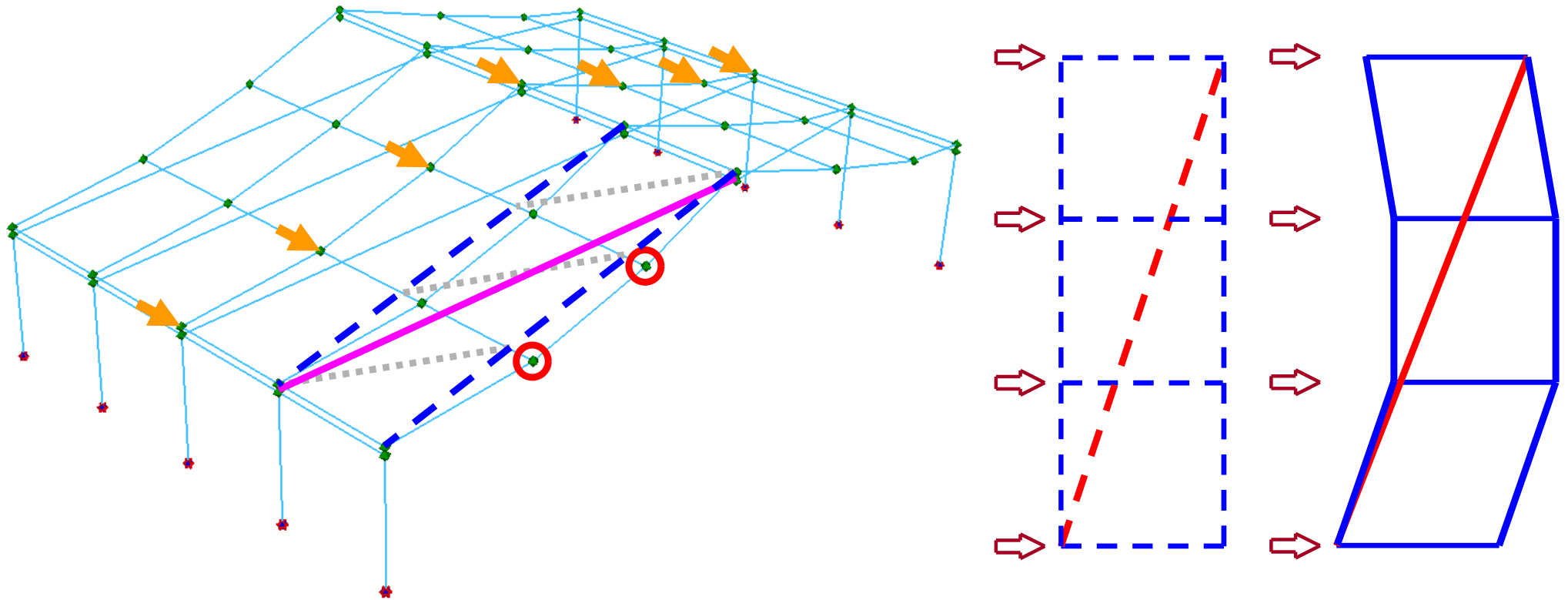
2. 従来工法との比較

項目	従来工法	耐震ケーブルブレース
ブレース	一般鋼材(棒鋼, 形鋼)	ケーブル
配置	各グリッド (大梁~小梁間)	長尺スパン (大梁頂部~柱頭部間)
重量	重	軽
部材数量	多	少
工期	長	短
構成	 <p>— ブレース — 補剛材 ○ 定着部</p>	

■耐震ケーブルブレース

3. 耐震性能上の課題

- ・ ケーブル長尺配置 ⇒ **大梁中間部の変形：大.**



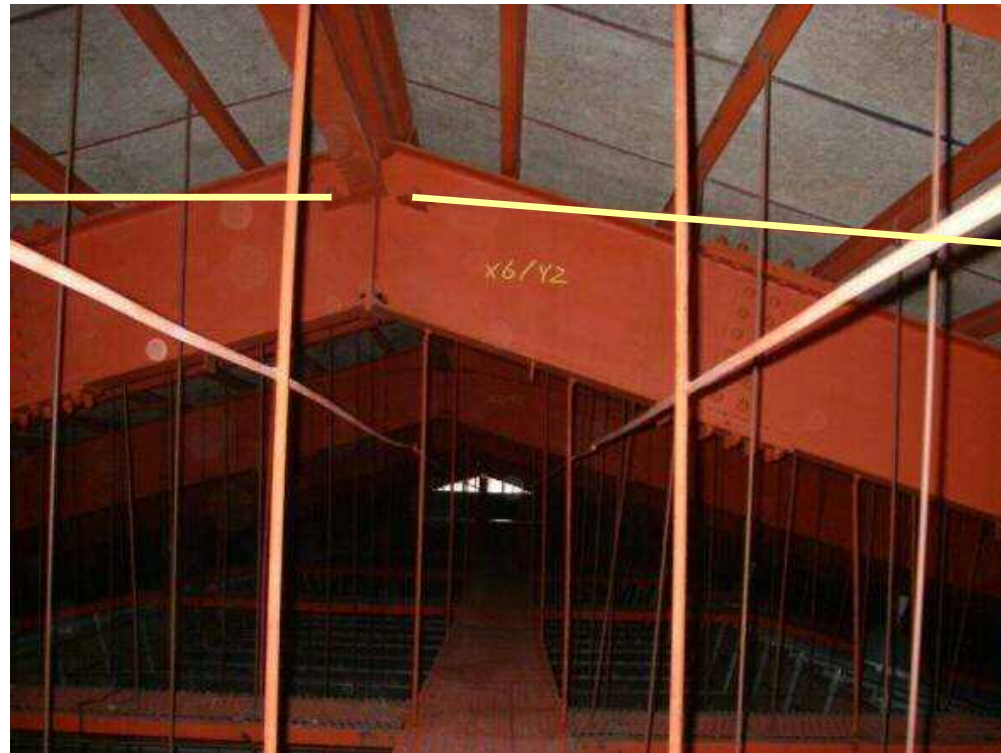
- ・ 課題：長尺配置 と 中間部の変形小 の 両立.

■耐震ケーブルブレース

4. 解決策：既存ブレースの活用

○既存ブレース

- ・ 建設当時の基準は満足 → 現行基準では耐力不足.
- ・ 必要耐力の約60% (平均) の耐力は保有 (ヒアリング).



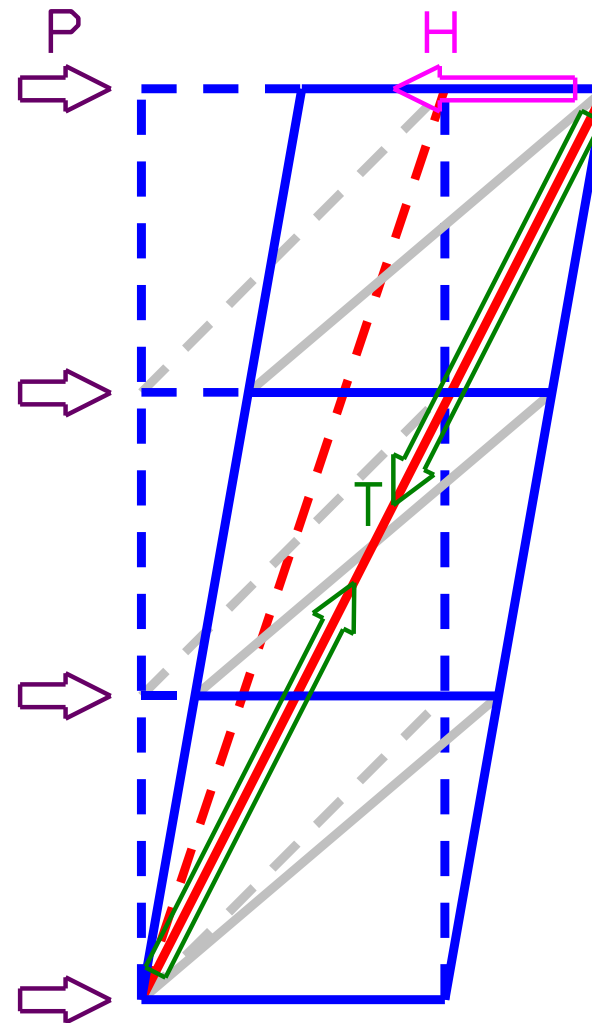
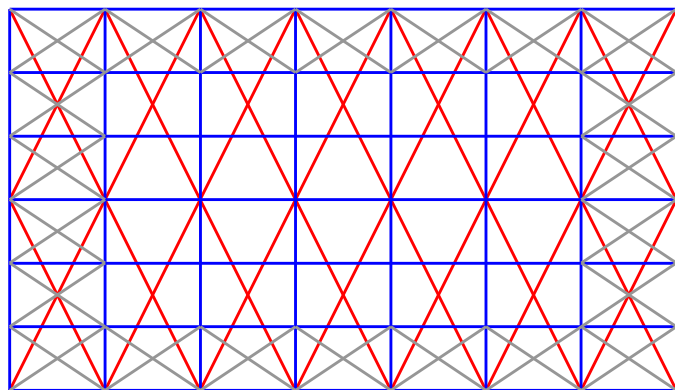
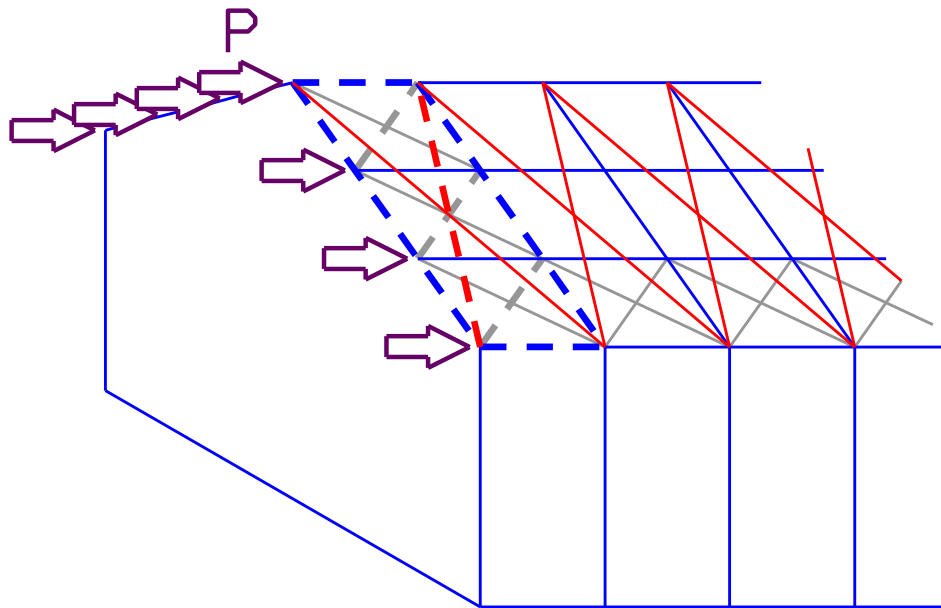
■耐震ケーブルブレース

5. 原理および機構

○地震時の水平力Pが**既存ブレース**によりケーブル定着部まで**伝達**。

○ケーブルが伸び、作用力Tが発生し、**水平分力H**が水平力Pを**負担**。

⇒屋根面全体の**変形を抑制**。



点 線 : 変形前
 実 線 : 変形後
 青 線 : 躯体
 灰色線 : 既存ブレース
 赤 線 : ケーブル

P : 水平力
 T : 作用力
 H : 水平分力

■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

1) 概要

① 認証機関

日本建築センター

② 委員構成

- ・ 建築技術審査委員会

委員長：友澤名誉教授(東大)

- ・ 耐震改修工法等専門委員会

委員長：壁谷澤教授(東大)

- ・ 耐震ケーブルブレース部会

主 査：山田准教授(東工大)



■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

2) 概要

①ケーブルの使用引張力

- ・ **0.85Py**に設定 (Py : JIS G 3536に規定の0.2%永久伸びに対する試験力).
- ・ 確認方法 : 端末金具付ケーブルでの繰り返し荷重引張試験.

②ケーブル径の選定

- ・ 屋体基準の**精算法**に準じて**簡易計算**より選定 (耐力照査).
- ・ 確認方法 : 地震応答解析 (水平剛性の確認).
⇒ケーブルの作用軸力 : 解析値 < 算出値 (略算法).

③定着金具および補剛材

- ・ **保有耐力接合** (設計荷重 : $1.2 \times 0.85Py$).
- ・ 接合方法 : **ボルト接合 (推奨方式)**, 現場溶接の選択が可能.
⇒ボルト接合 : 現場での火気養生不要, 安定品質.

■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

3) ケーブルの使用引張力

①関連法規（耐震改修促進法と建築基準法の比較）

適用対象	適用法規	ブレース (斜材)	短期許容応力度 (N/mm ²)		
			一般 鋼材	構造用 ケーブル	緊張材
既設建物 (耐震補強)	耐震改修 促進法	任意(必要な耐力を有する材料)			
新設建物 (主要構造部)	建築 基準法	形鋼, 棒鋼, 構造用 ケーブル等	0.7Fu	0.5Fu	0.9Fy (0.77Fu)

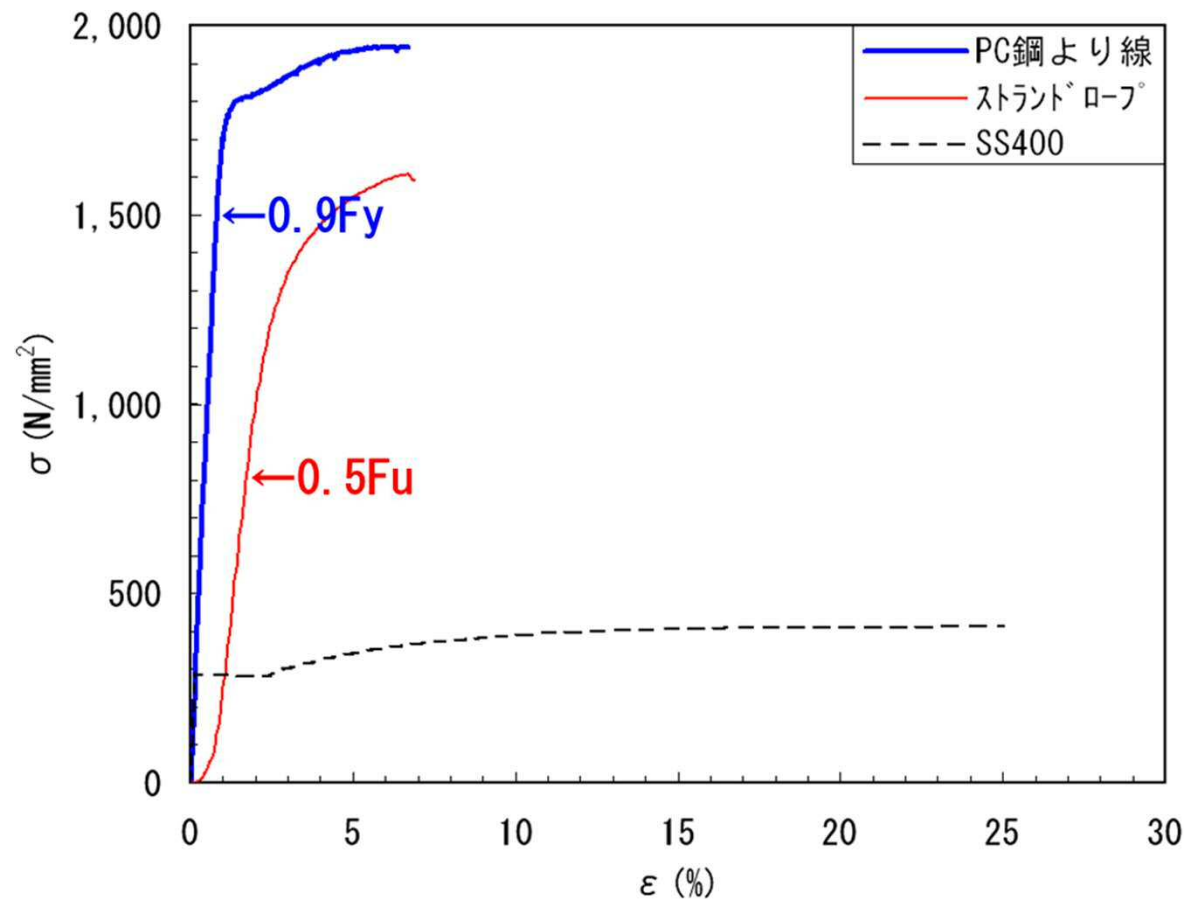
- ・ **構造用ケーブル**の許容応力度：一般鋼材の1/1.4.
⇒ **高強度**かつ**安全率**が**高い**にもかかわらず, **太いケーブル**が**必要**.
- ・ 構造用ケーブル：ストランドロープ, スパイラルロープ等
- ・ 緊張材：PC鋼より線等
- ・ Fu：引張強さ
- ・ Fy：引張耐力

■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

3) ケーブルの使用引張力

②材料特性



ストランドロープ：初期伸び有，弾性係数 137kN/mm^2 ，比例限＝約 $0.5F_u$ 。

PC鋼より線：初期伸び無，弾性係数 195kN/mm^2 ，比例限＝約 $0.9F_y$ 。

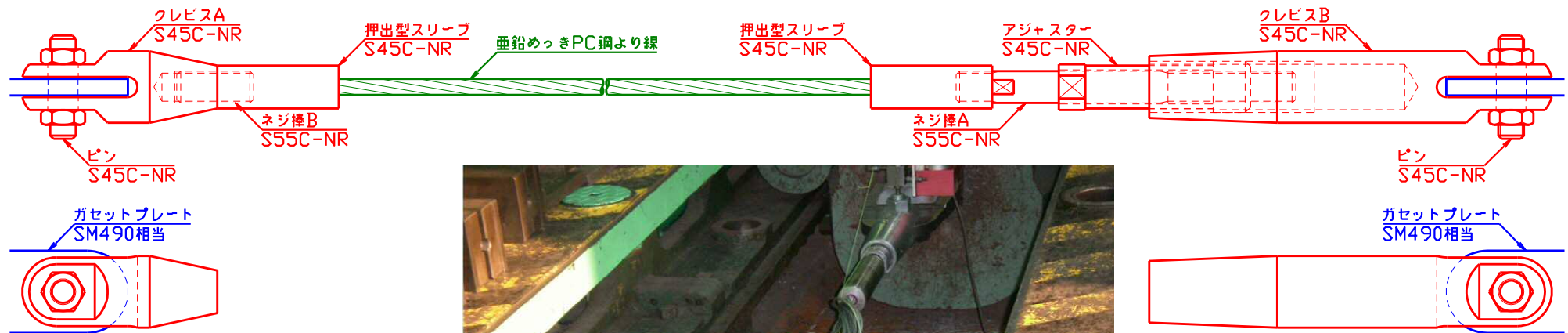
■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

3) ケーブルの使用引張力

③試験確認

- ・試験体：端末金具付ケーブル。
- ・試験内容：繰返し荷重引張試験 (0→0.5Pu→0→0.85Py→0→破断)。
- ・承認事項：ケーブルの使用引張力=0.85Py (約0.72Pu)。



■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

3) ケーブルの使用引張力

④ 亜鉛めっきPC鋼より線の標準仕様

部材記号	呼び名(直径) ^{※1}	公称断面積 (mm ²)	最大試験力 (kN)	Py ^{※2} (kN)	0.85Py ^{※3} (kN)	伸び (%)
C-BR12.7	7本より 12.7mm	98.7	183 以上	156 以上	132	3.5 以上
C-BR15.2	7本より 15.2mm	138.7	261 以上	222 以上	188	
C-BR17.8	19本より 17.8mm	208.4	387 以上	330 以上	280	
C-BR19.3	19本より 19.3mm	243.7	451 以上	387 以上	328	
C-BR21.8	19本より 21.8mm	312.9	573 以上	495 以上	420	
C-BR28.6	19本より 28.6mm	532.4	949 以上	807 以上	685	

※1：溶融亜鉛めっきを施した素線を、より合せて構成

※2：Py=0.2%永久伸びに対する試験力

※3：0.85Py=使用引張力 (BCJ-審査証明-198)

⑤ 外観



■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

4) ケーブル径の選定

①水平力

$$P = \alpha \times A_i \times F_{es} \times w$$

P : 地震により構面に作用する水平力

α : 対象構造物による係数

A_i : 最上層の層せん断力係数の分布係数

F_{es} : 最上層の必要保有耐力係数の割増係数

w : 構面の建物重量(負担面積×各重量)

②作用力

$$T = P / n / \cos \theta$$

T : ケーブルに作用する軸方向力

n : 桁行方向の引張側ケーブルの本数

θ : ケーブルの配置角度

③ケーブル径

0.85Pyが作用力Tを上回る径を選定.

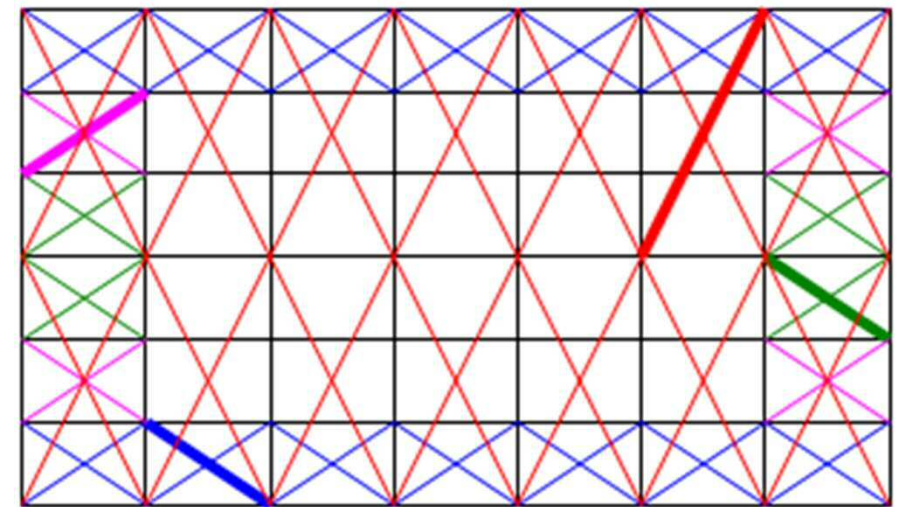
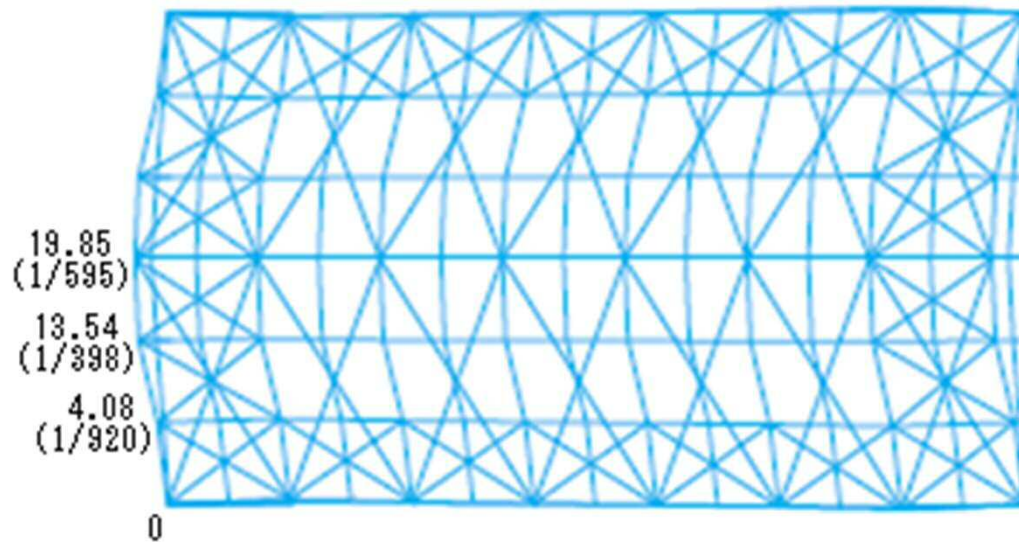
■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

4) ケーブル径の選定

④解析確認

- ・ 解析対象：梁間21.6×桁行37.8m, 梁間50×桁行204m(山形屋根).
- ・ 地震波：BCJ-L2, El Centro-Lv2, TAFT-Lv2.
- ・ 承認事項：**略算法**(耐力照査)で**定めたケーブル**で,**耐震補強性能を満足**.
⇒変形28～33%減, 降伏数63～100%減, 小梁間変形角1/200以下(対既存).



既存ブレース a : 14.7kN(0.70Py)
 既存ブレース b : 19.0kN(0.90Py)
 既存ブレース c : 5.3kN(0.51Py)
 ケーブルブレース : 5.2kN(0.11Py)

■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

5) 適用範囲

①既存屋根ブレースの条件

- ・地震時における桁行方向の水平力に対して合計で50%以上の耐力を有する既存屋根ブレースが, 少なくとも外周として応力を伝えるゾーンに連続して配置されていること.
- ・梁間方向に連続する既存屋根ブレースが, 桁行方向に柱10スパン以下または100m以下の間隔で配置されていること.
- ・上記の条件を満足しない場合は, 満足するように鋼棒ブレースを追加すること.

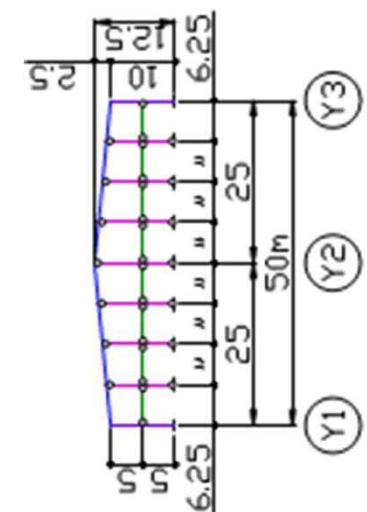
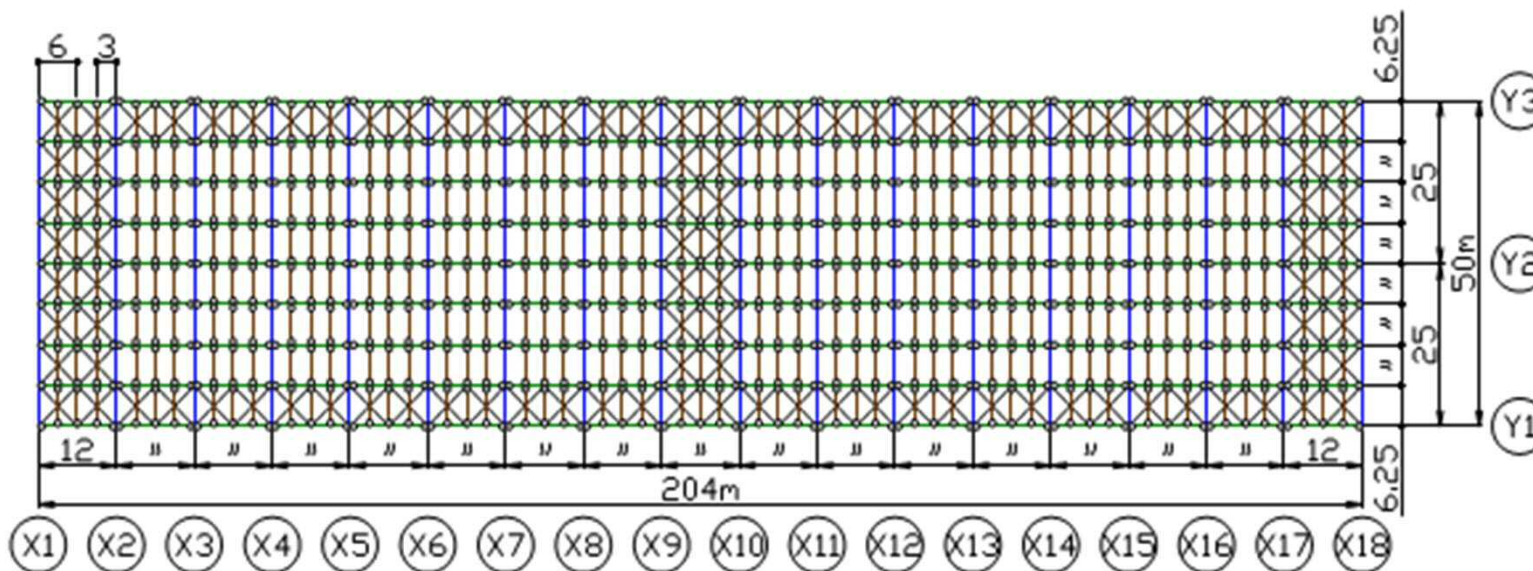
■耐震ケーブルブレース

6. 審査証明

5) 適用範囲

②架構全体(建物)の条件

- ・ 山形屋根の純鉄骨造とする。
- ・ 梁間方向の各フレーム(架構構面)が, 支配面積(水平力負担)に対して耐震性能を満足する建物とする。
- ・ 対象建物の梁間スパンは50m以下とする。

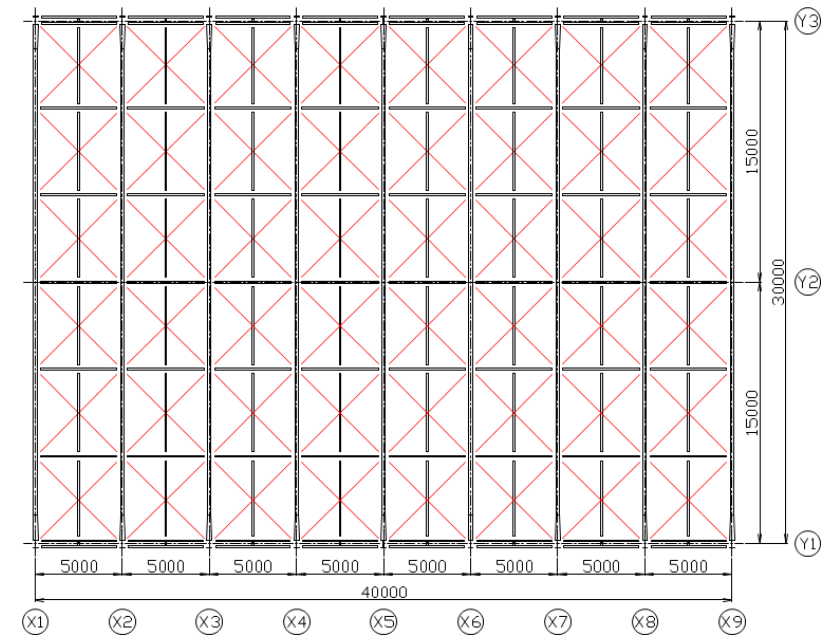


■耐震ケーブルブレース

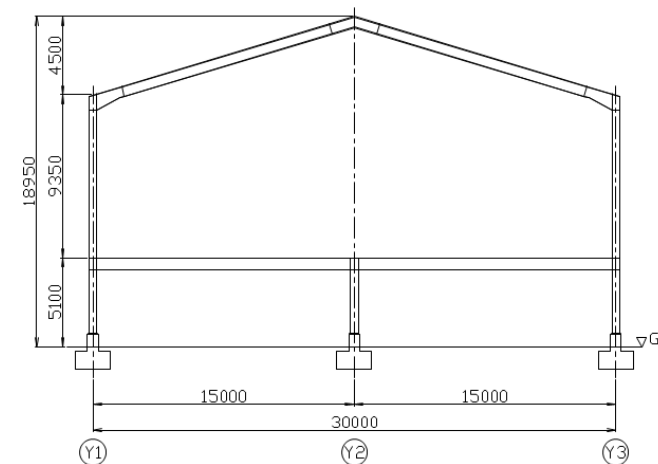
7. 耐震ケーブルブレースと従来工法の比較(設計例)

1) 構造概要(実物件ベース)

- 架構種別：純鉄骨造
- 屋根形状：山形屋根
- 建物高さ：軒高14.45m
最高高さ18.95m
- 桁行方向の構造形式, 全長
 - ・構造形式：(1階) ラーメン構造
(2階) ブレース構造
 - ・全長：40m (5m × 8スパン)
- 梁間方向の構造形式, 全長
 - ・構造形式：ラーメン構造
 - ・全長：30m (15m × 2スパン)



屋根伏図

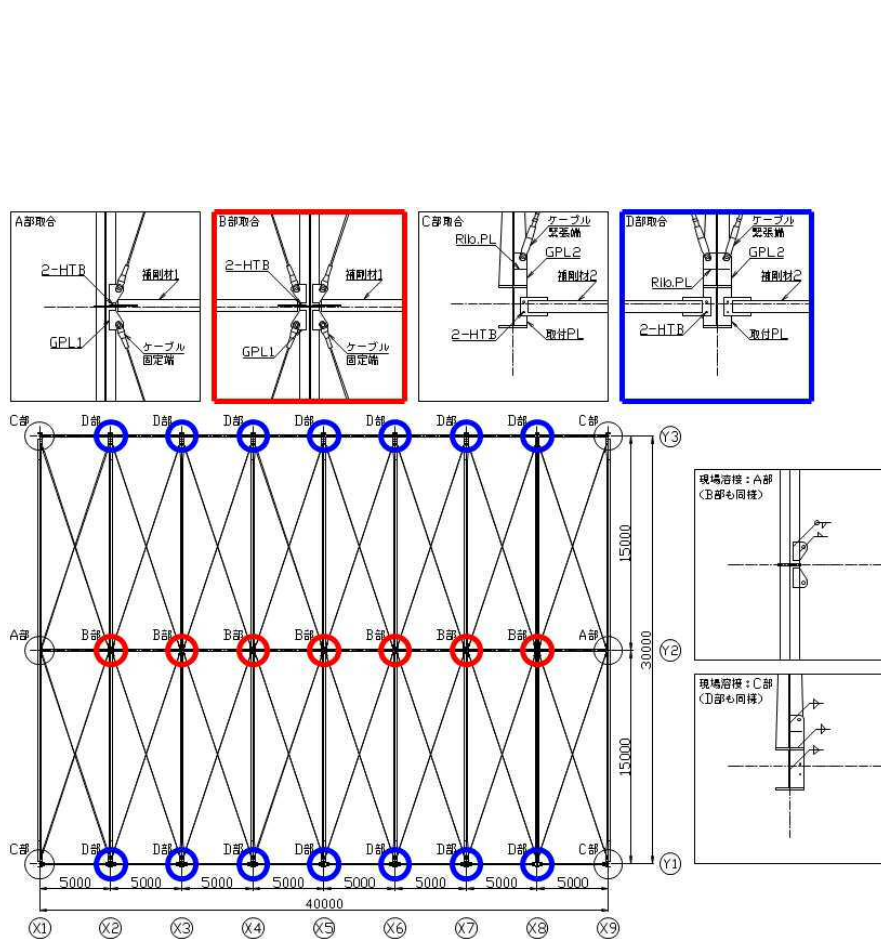


X5通り軸組図

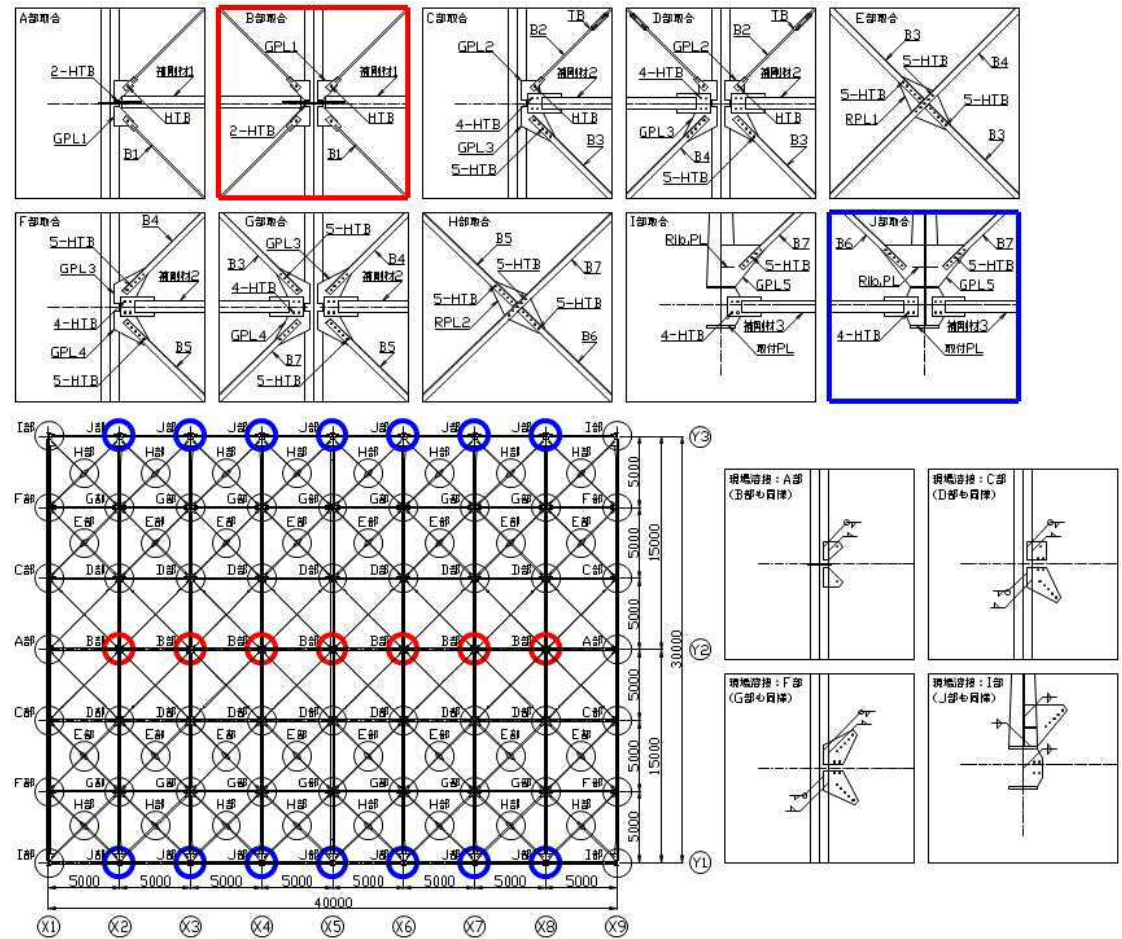
■耐震ケーブルブレース

7. 耐震ケーブルブレースと従来工法の比較 (設計例)

2) 補強後 (屋根伏図)



耐震ケーブルブレース

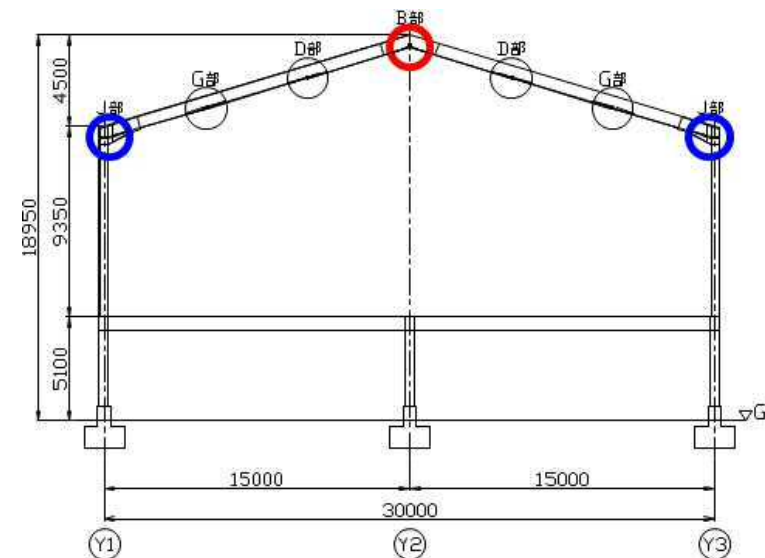
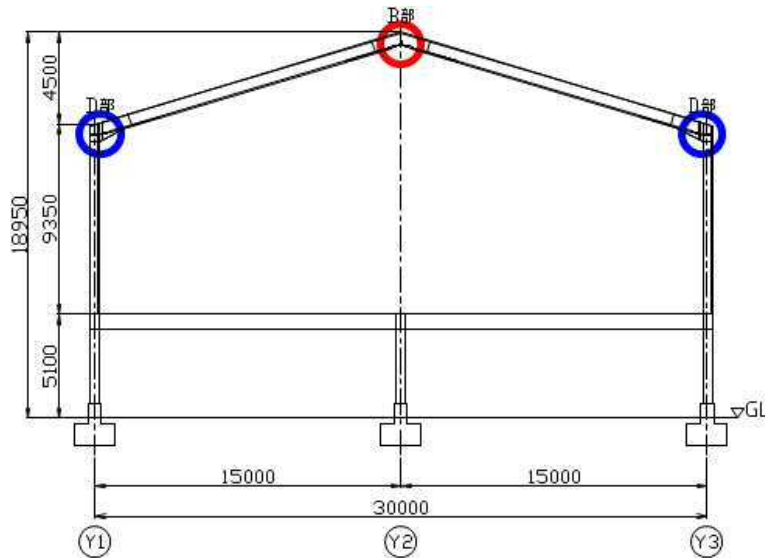
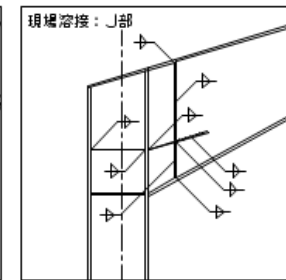
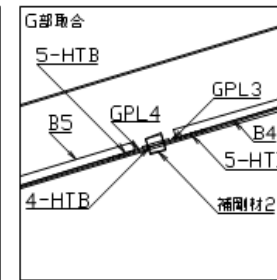
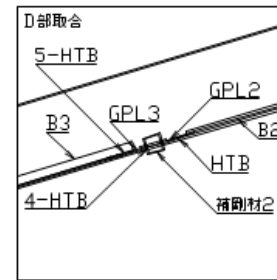
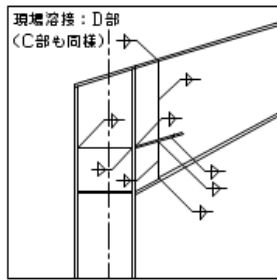
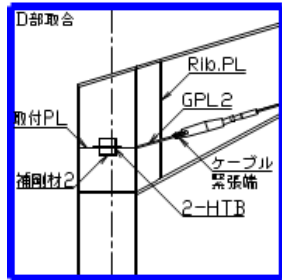
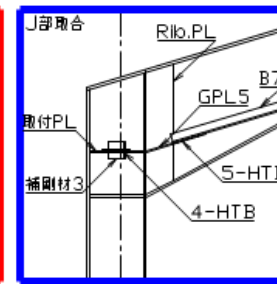
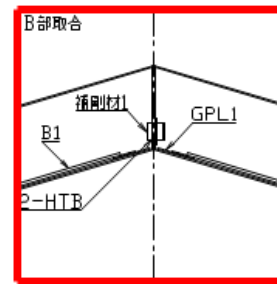
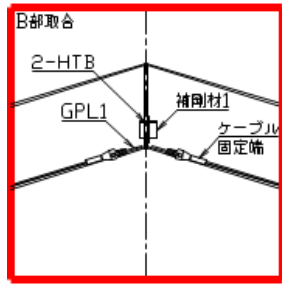


従来工法

■耐震ケーブルブレース

7. 耐震ケーブルブレースと従来工法の比較 (設計例)

3) 補強後 (軸組図)



耐震ケーブルブレース

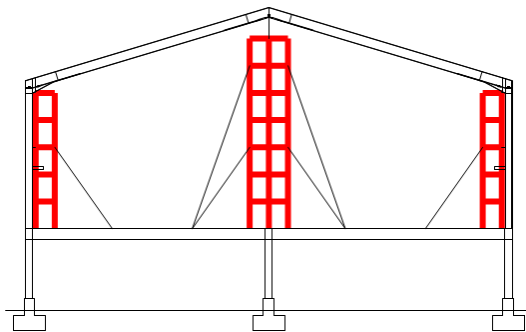
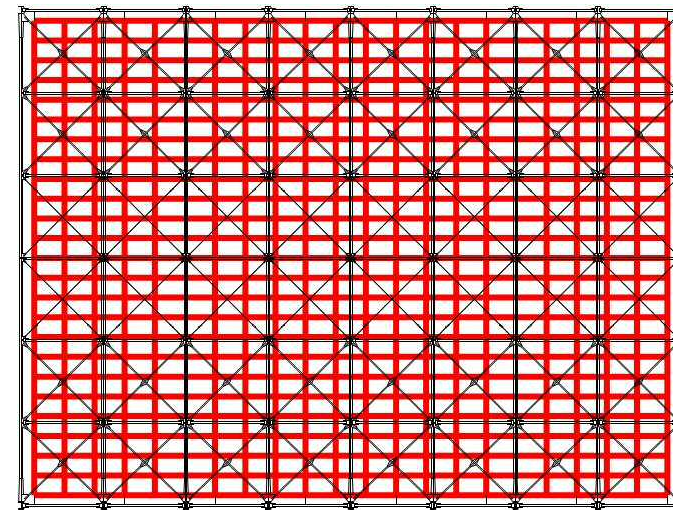
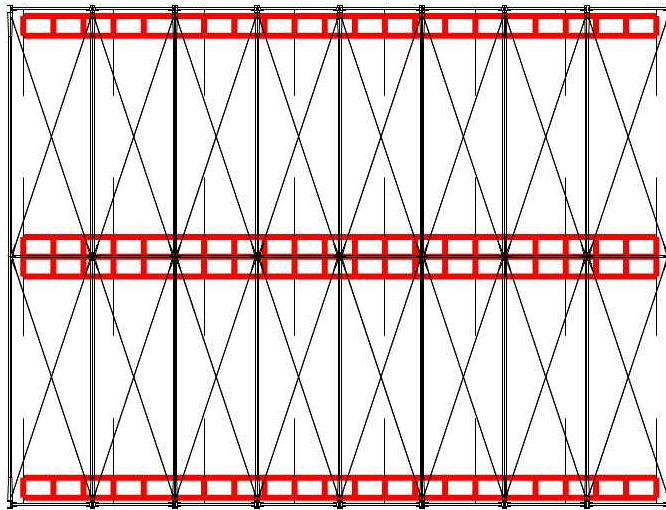
従来工法

■耐震ケーブルブレース

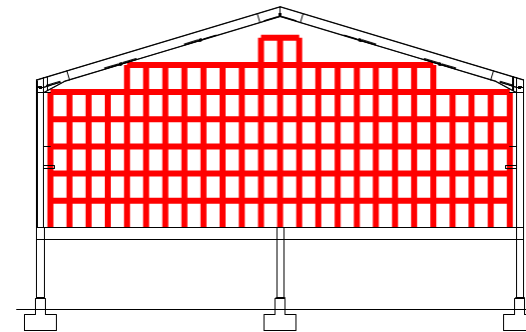
7. 耐震ケーブルブレースと従来工法の比較

4) 足場

- 定着金具周辺のみの足場で施工可能.
- 大幅な足場数量の低減が可能 (塗装等を考慮しない場合).



耐震ケーブルブレース



従来工法

施工事例の紹介

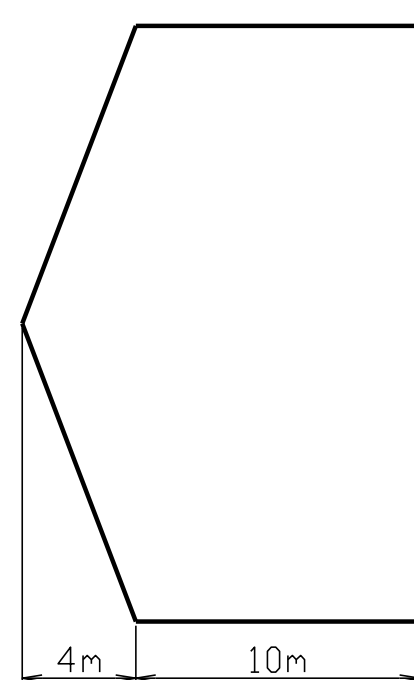
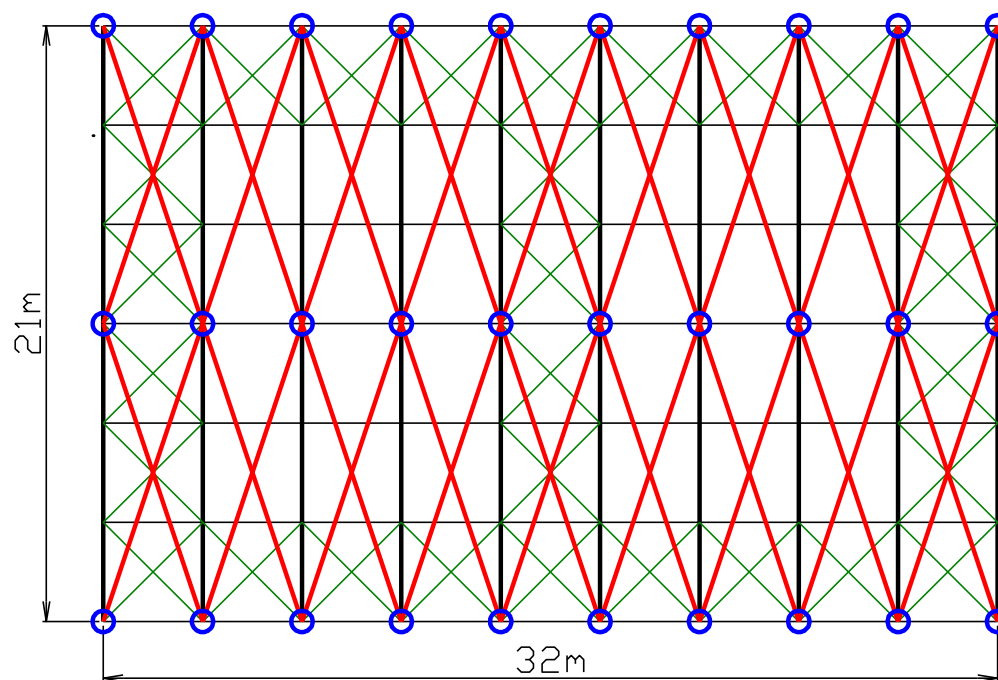
1) 某中学校 体育館

■物件概要

- ・ 都道府県：秋田県
- ・ 屋根面積：672m²
- ・ 施工期間：定着金具3日, ケーブル5日

■ケーブル仕様

- ・ 径：7本より15.2mm
- ・ 長さ：約10m
- ・ 本数：36本



1) 某中学校 体育館

■特徴

- ・ **少ない足場**での施工(ほぼ理想形).
- ・ 定着金具は**ボルト**接合.
- ・ **判定会**を経て採用(公共物件).



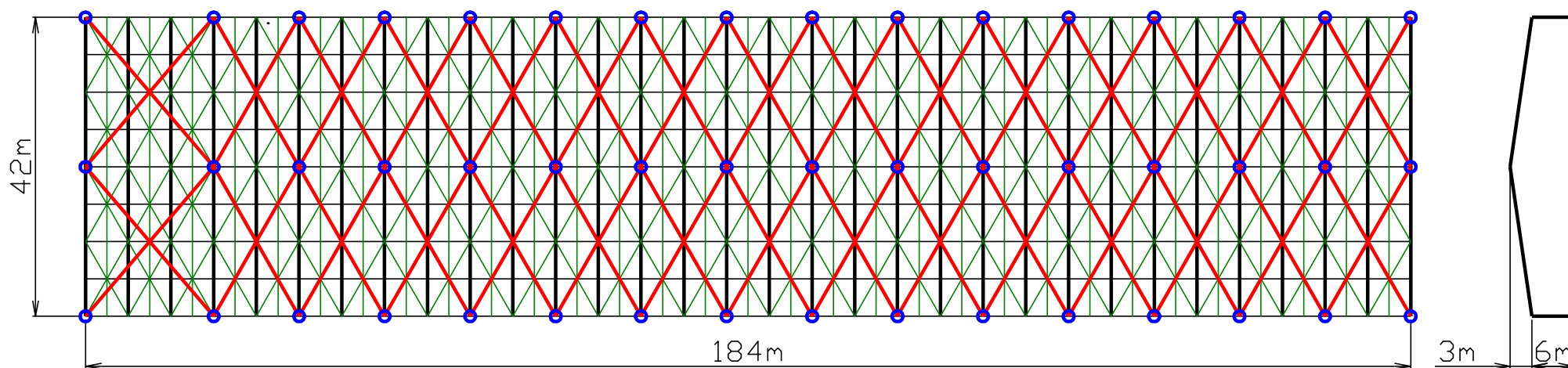
2) 某工場

■物件概要

- ・ 都道府県：石川県
- ・ 屋根面積：7728m²
- ・ 施工期間：休日, 祝祭日で2年間

■ケーブル仕様

- ・ 径：19本より19.3mm
- ・ 長さ：約24m
- ・ 本数：112本(ツイン配置)



2) 某工場

■特徴

- ・ 狭小空間での施工.
- ・ トラス梁, 定着金具はボルト接合.
- ・ 設計事務所の承認(民間物件).



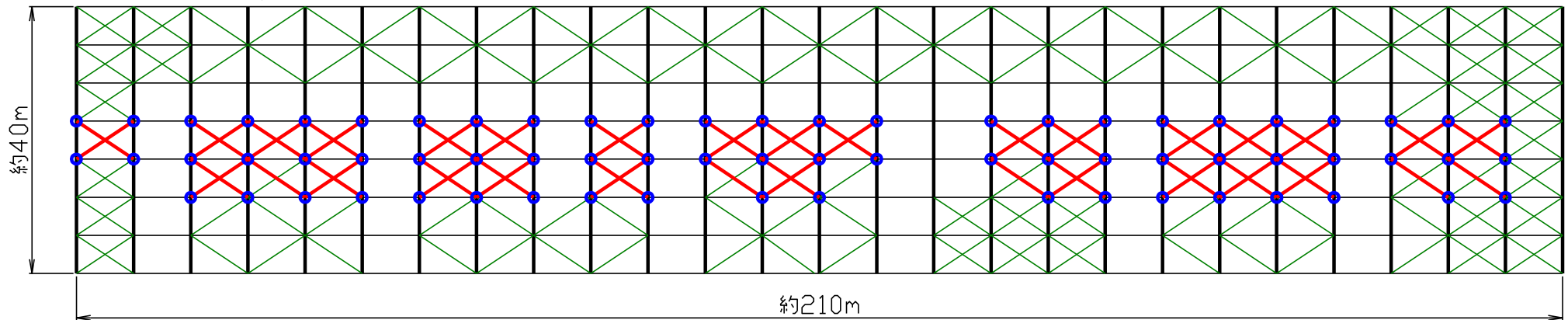
3) 某スタンド屋根

■物件概要

- ・ 都道府県：京都府
- ・ 屋根面積：8400m²
- ・ 施工期間：定着金具6日, ケーブル8日

■ケーブル仕様

- ・ 径：19本より28.6mm
- ・ 長さ：約10m
- ・ 本数：59本



■耐震ケーブルブレース

3) 某スタンド屋根

■特徴

- ・ 単スパン, まばら配置.
- ・ 定着金具はピン接合(上フランジ).
- ・ ゼネコンの承認(民間物件).



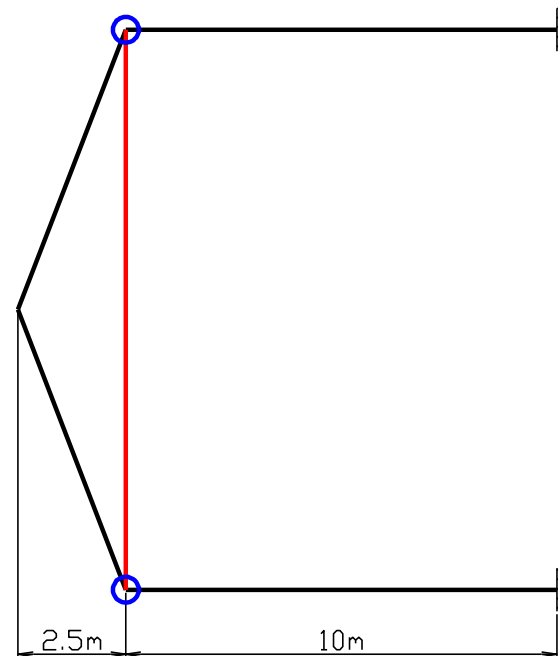
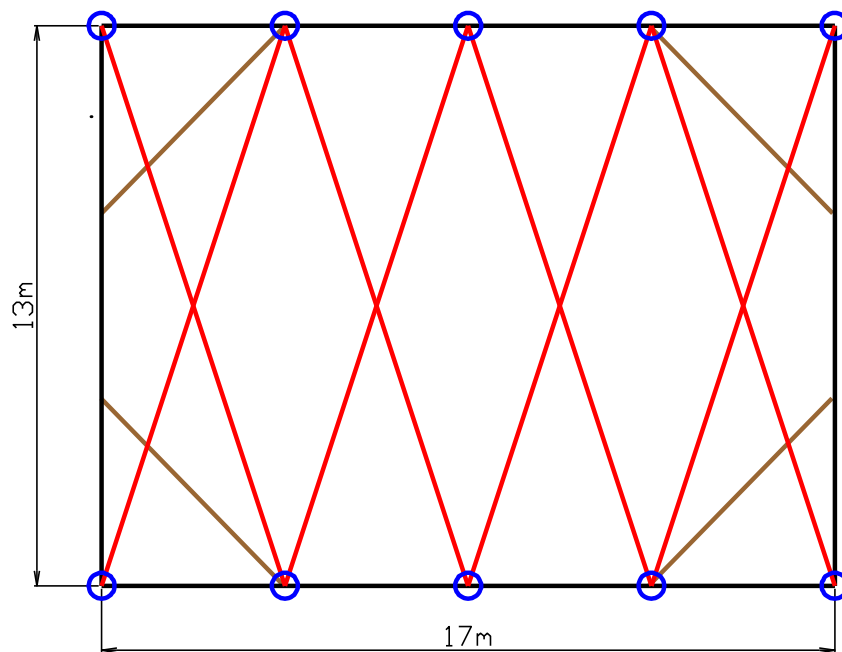
4) 某施設 体育館

■物件概要

- ・ 都道府県：千葉県
- ・ 屋根面積：221m²
- ・ 施工期間：定着金具2日, ケーブル2日

■ケーブル仕様

- ・ 径：19本より28.6mm
- ・ 長さ：約12m
- ・ 本数：8本



■耐震ケーブルブレース

4) 某施設 体育館

■特徴

- ・ ケーブルは**水平配置** (寄棟屋根).
- ・ **PC柱**, 定着金具は**ボルト圧着**.
- ・ **判定会**を経て採用 (公共物件).



■耐震ケーブルブレース

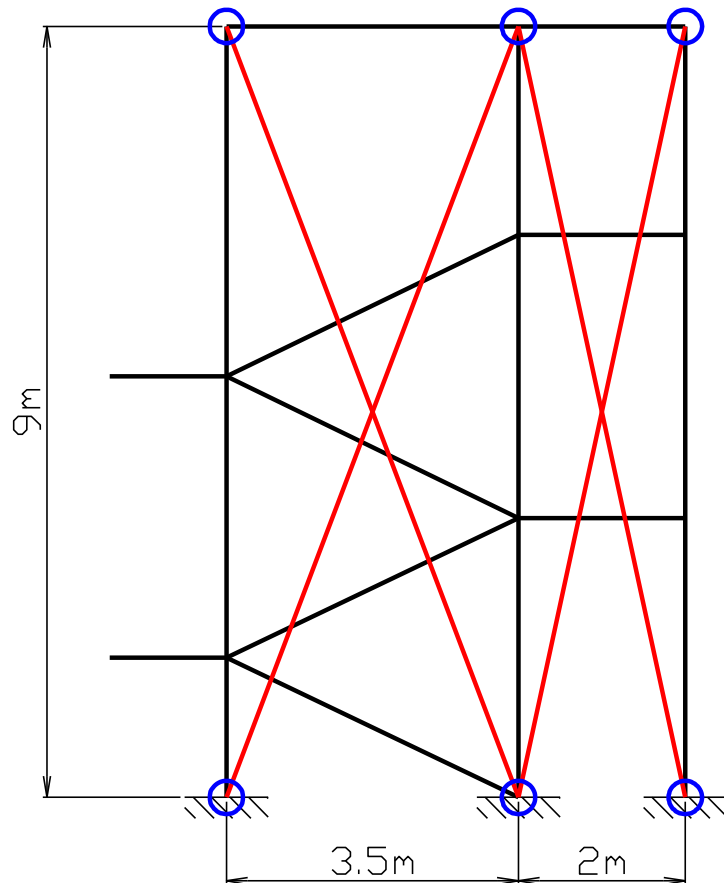
5) 某小学校 屋外階段

■物件概要

- ・ 都道府県：千葉県
- ・ 施工期間：定着金具1日, ケーブル1日

■ケーブル仕様

- ・ 径：7本より15.2mm
- ・ 長さ, 本数：約2m 4本, 約9m 6本



■耐震ケーブルブレース

5) 某小学校 屋外階段

■特徴

- ・ **壁**の耐震補強.
- ・ 鉄骨, 定着金具は**現場溶接**.
- ・ **判定会**を経て採用(公共物件).



■耐震ケーブルブレース

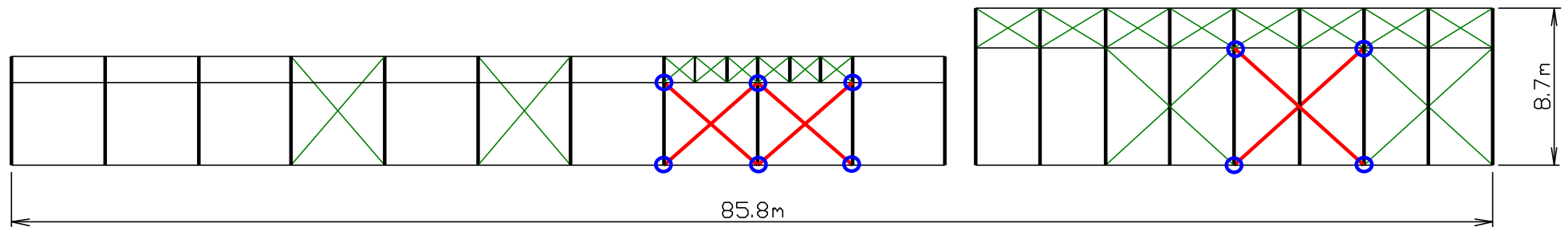
6) 某電機メーカー 工場

■物件概要

- ・ 都道府県：兵庫県
- ・ 施工期間：長期休暇時で2年間
(4工区に分割)

■ケーブル仕様

- ・ 径：7本より12.7mm
7本より15.2mm
19本より17.8mm
- ・ 長さ：約8m
- ・ 本数：26本（下図は抜粋）

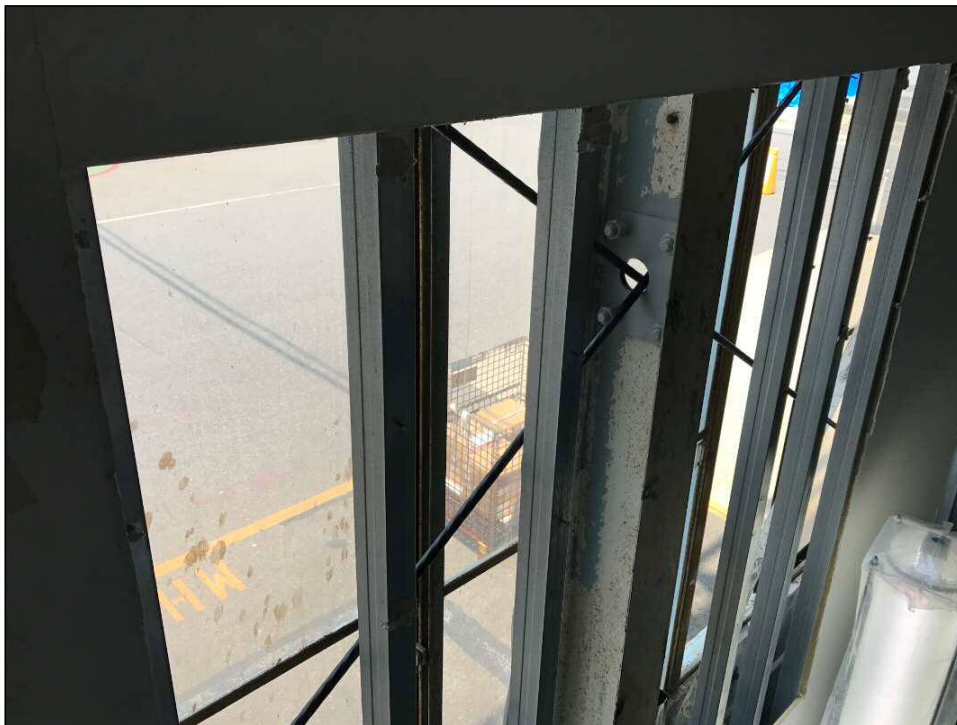


■耐震ケーブルブレース

6) 某電機メーカー 工場

■特徴

- ・ **壁**の耐震補強.
- ・ **間柱に孔**を開けて, **分断せず**配置.



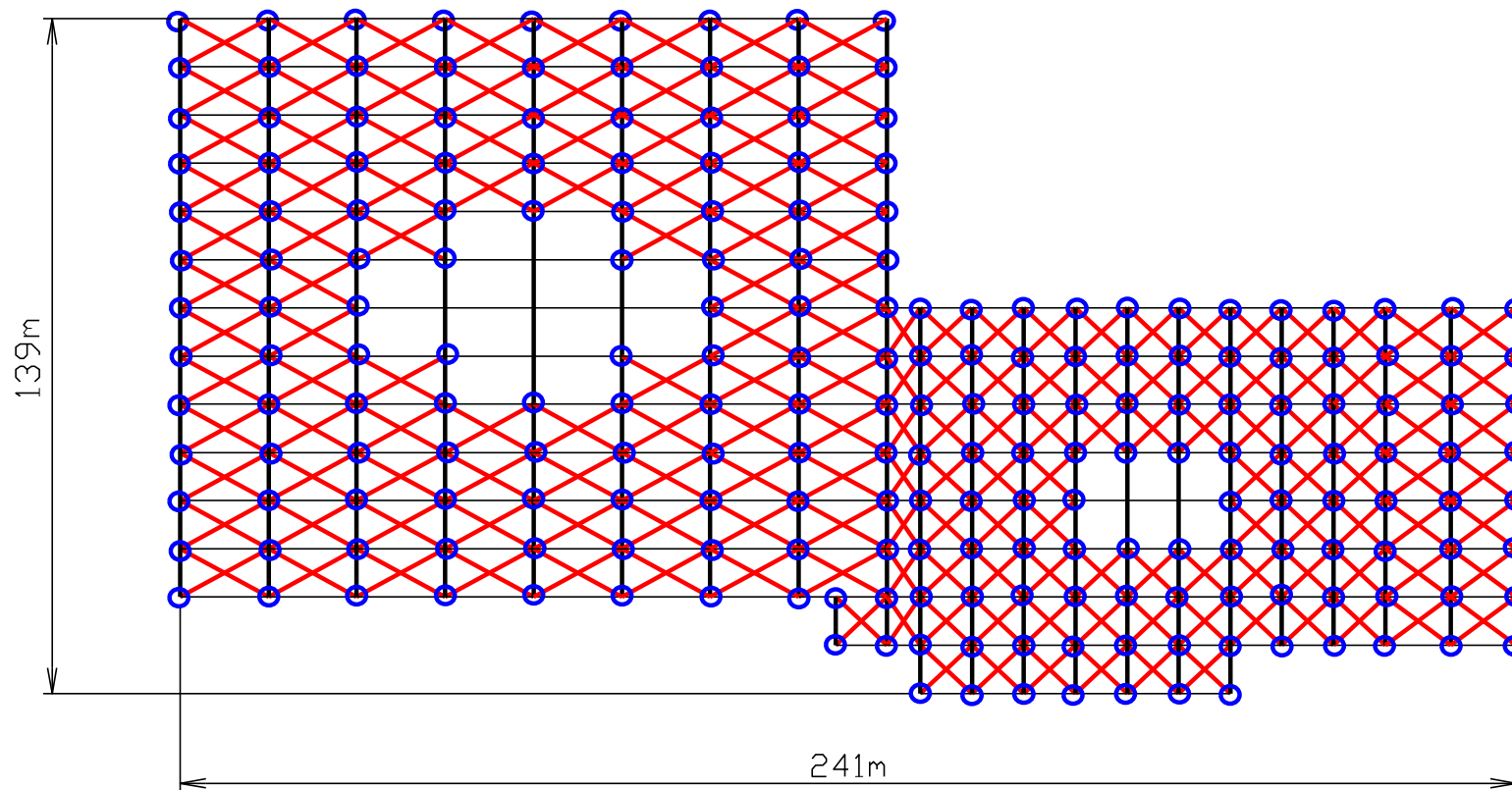
7) 某 物流倉庫

■物件概要

- ・ 都道府県：岡山県
- ・ 屋根面積：約24,000m²
- ・ 施工期間：1年間（8工区に分割）

■ケーブル仕様

- ・ 径：19本より28.6mm
- ・ 長さ：約15m
- ・ 本数：338本



■耐震ケーブルブレース

7) 某 物流倉庫

■特徴

- ・ **高所作業車**で作業（**足場無し**）。
- ・ **フォークリフト**を使用し、**複数本**をまとめて**間配り**を実施。



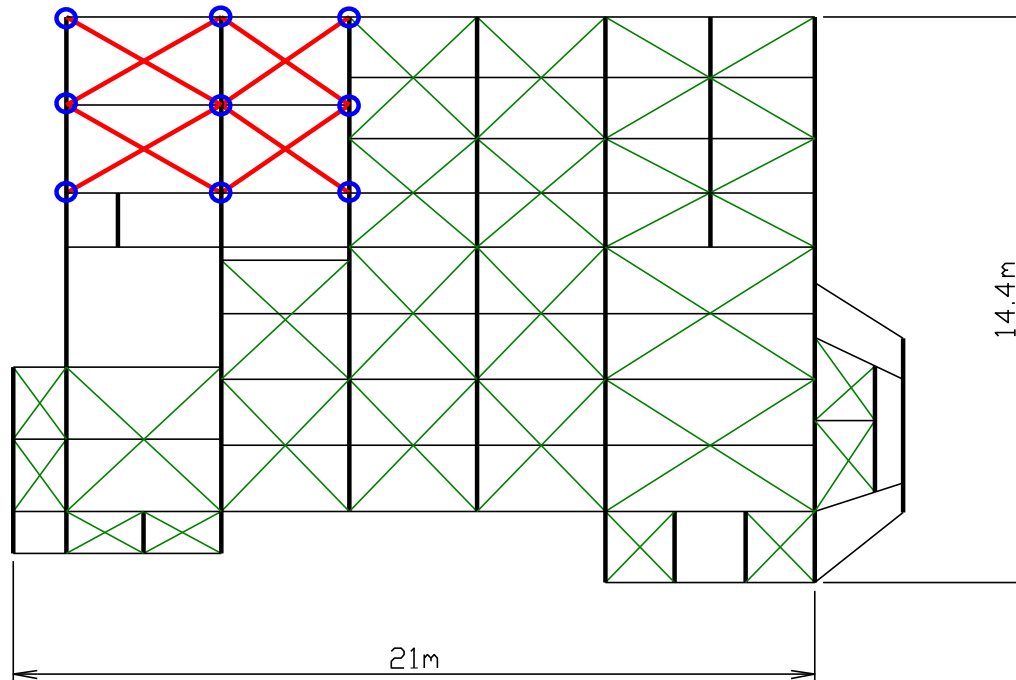
8) 某民間企業 事務所

■物件概要

- ・ 都道府県：大阪府
- ・ 施工期間：定着金具4日, ケーブル2日

■ケーブル仕様

- ・ 径：19本より17.8mm
19本より28.6mm
- ・ 長さ：約5m
- ・ 本数：8本



■耐震ケーブルブレース

8) 某市場 事務所

■特徴

- ・ **大型重機を使わず**に搬入実施.
- ・ **足場面積, 開口部も少なく**作業.
- ・ **天井裏の干渉物を避け**配線実施.

