

ニセコ町 総合体育館

地球温暖化対策実行計画（事務事業編）策定支援事業
省エネ導入の検討

2024年3月

まとめ

- 総合体育館は築年数も古く、素早い全面的な改修が望まれている。一方で、新築で建て直すという声もあり、今後、何年利用してゆくかの将来が見通せない状況である
- とはいえ、省エネ改修を計画するためには、今から残り何年利用してゆくのが必要になる（気候温暖化対策になり、利用快適性を向上させるものの、同時に改修の投資金額を光熱費負担の削減で回収してゆくことも考慮したモデルであるため）
- そのため、ここでは残り利用期間を
0～5年程度（省エネ改修の必要なし）、
5～10年程度（ケース①）、
10年以上の長期（ケース②）、
ケース②を実施したうえで脱炭素型を目指す（ケース③）として、省エネの提案を行った
- ケース①においては、緊急的な外回りの改修（雨漏り等）に加えて、屋根改修を中心に対策①～⑥の提案を行った。このとき、現状のA重油消費量は5～10%削減できるが、投資総額は約1.0億円となった（省エネ対策のみの真水では4,500万円程度）。それに対して、A重油の消費削減から得られる毎年のコスト削減効果は50～60万円に留まる
- ケース②においては、中長期に利用できるよう長期修繕を施す際、全面的な省エネ改修を実施する想定で、対策①～⑳までを提案した。このときA重油消費量は30～50%削減でき（200～250万円の毎年のコスト削減効果）、同時にケース③の脱炭素化の可能性も見えてくるが、改修コストの総額は5.6億円ほど必要になる（このケースは、単に省エネ効果を高めるだけではなく、建物の超寿命化にも貢献するため、純粋な真水での省エネ対策の費用だけを抜き出すことは困難である）

ケース①

断熱改修 ケース①

05～10年以内に体育館を取り壊し、最低限の維持管理をする場合（その後は新築で置き換え）

- ①：数年内の屋根改修の際、10cm（発砲硬質ウレタン板）を入れ込んでから、板金の張替えを行う
- ②：吸気・排気口の網の内側をグラスウールで完全にふさぐ
- ③：未交換のLED照明の交換
- ④：事務所棟の暖房経路における、暖房用の温水の温度設定の調整（現状では高すぎるように思われる）
- ⑤：夜間の暖房のかけ方（20時～8時）においては、暖房の目標温度を10°C以下にすることは維持する
- ⑥：暖房配管経路上にある温度計の誤差が大きくなっていると思われるので交換が必要
（それによって④を調整できる）

コスト試算：総額約1.0億円

- ①：R4年2月のニセコ町総合体育館整備等基本調査報告書（以下、R4調査報告書）にある通り、屋根防水改修（766万円）、屋根改修（3,890万円）に加えて、約1,421㎡の屋根面積に対して、付加断熱の費用（約3万円/㎡）を追加。上記の防水処理・改修工事費は、建築費用の高騰で20～30%は上昇しているとみられるため総額は以下のようなになる： $766\text{万円} \times 1.25 + 3,890\text{万円} \times 1.25 + 1,440\text{m}^2 \times 3\text{万円/m}^2 \div 1\text{億円}$
- ②：50万円内
- ③：R4調査報告書にある通り1,790万円（ただしこの間に交換済みの箇所もありそう。費用上昇程度は不明、この数字は総額には含めず）
- ④：50万円内
- ⑤：なし
- ⑥：50万円内

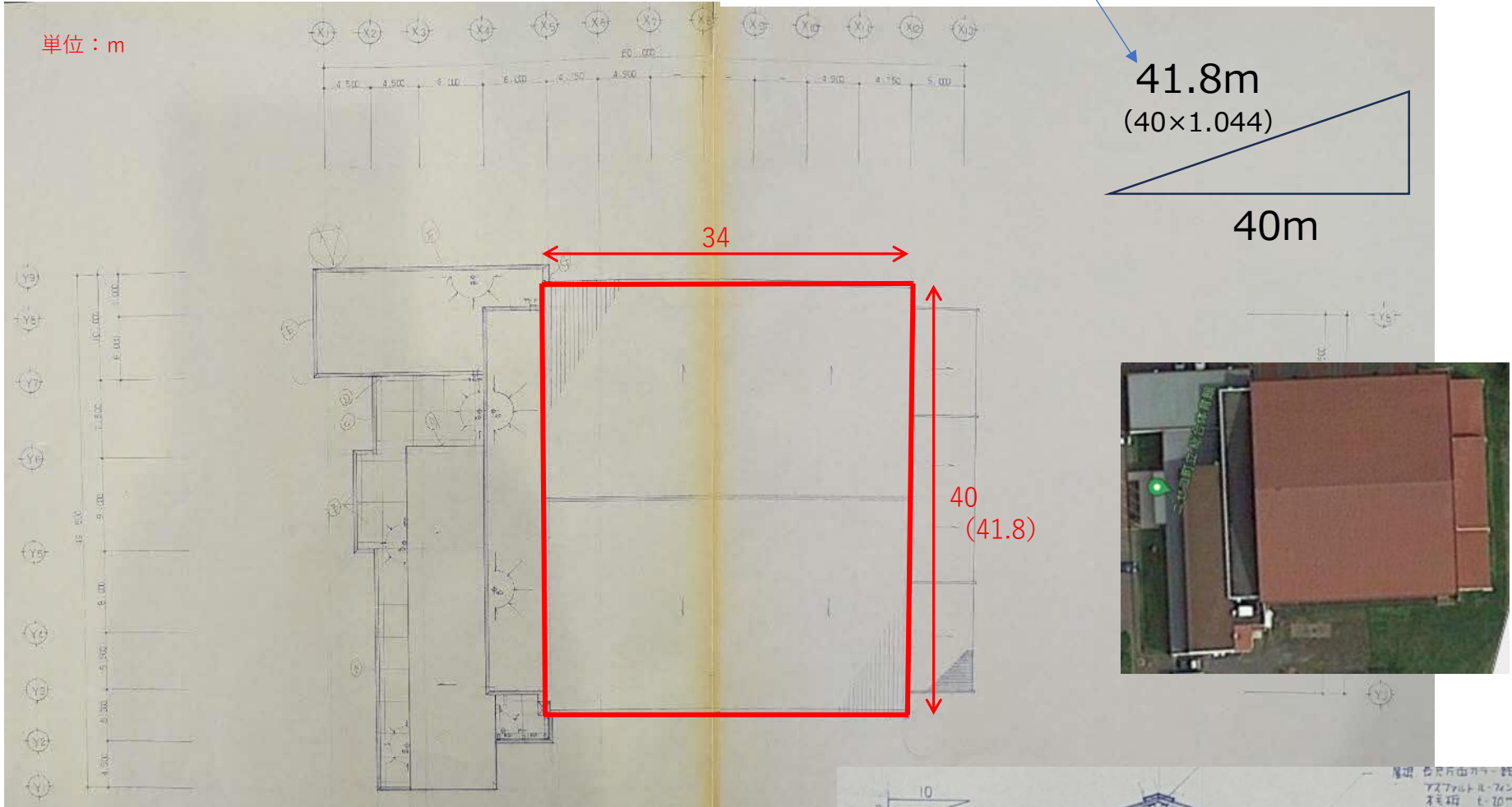
エネルギーコスト削減量

- ①②④⑤⑥の対策で、現状のA重油消費量の5～10%程度の削減（R3年間A重油消費量57,000ℓ）

①屋根 断熱対策面積

$$S_{\text{roof}} \doteq 1,421\text{m}^2 \quad (\because 34 \times 41.8 \doteq 1,421\text{m}^2)$$

底辺の長さに対する斜辺の長さ
3寸勾配 $\doteq 1.044$ 倍



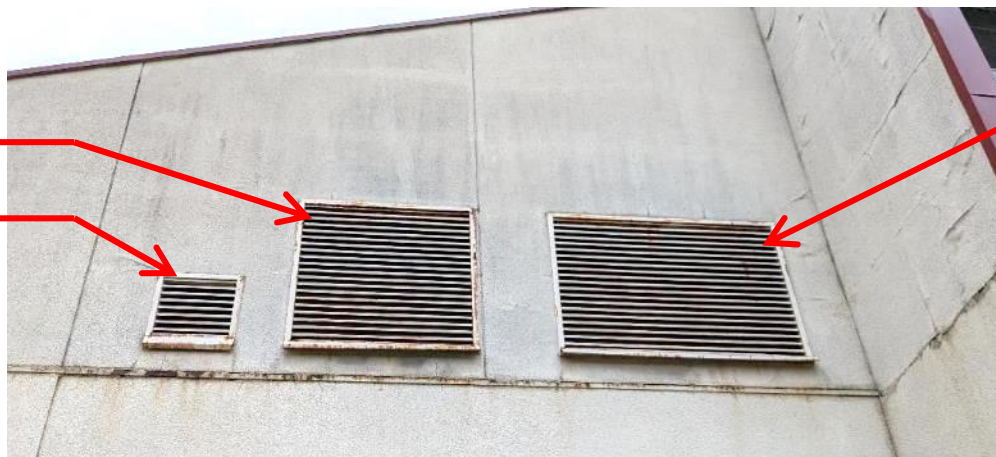
3寸勾配

②：吸気・排気口の網の内側をグラスウールで完全にふさぐ

ステージ部東面（西面にも換気口あり）

ステージ側排気口

床下排気口



アリーナ天井給気口

ケース②

断熱改修 ケース②

10年以上、現状の体育館を維持し、利用してゆくケース

東西壁面

- ①：外壁上に35cmの発泡スチロール（EPS）を貼り、湿式で仕上げる
- ②：梁と柱の部分は3～5cmの発砲硬質ウレタン板を貼り、湿式で仕上げる
（非常に手間がかかるが、これをやらないと内部で大量に結露し、カビが発生する可能性あり）
- ③：窓は既存窓の外側にダブル（もしくはシングル）サッシを追加する（計2～3重とする）
- ④：屋根の防水処理（板金）をやり替える際に屋根材下に発砲硬質ウレタン板を15～20cm入れてから防水処理をする
- ⑤：屋根の軒下（外側）については、10～20cmの発泡スチロール（EPS）を張り、湿式で仕上げる
- ⑥：屋内側の壁は既存維持とする（断熱対応により気密性が向上することで結露する懸念があるため）
- ⑦：外部出入り鉄製ドア全面に断熱材（EPS）を貼る（室内側または室外側）
- ⑧：屋根やり替えの際にPVを設置する（50kWp。①自家消費目的②町民センターに電力を送付した後③売電）

南壁面（吸排気）

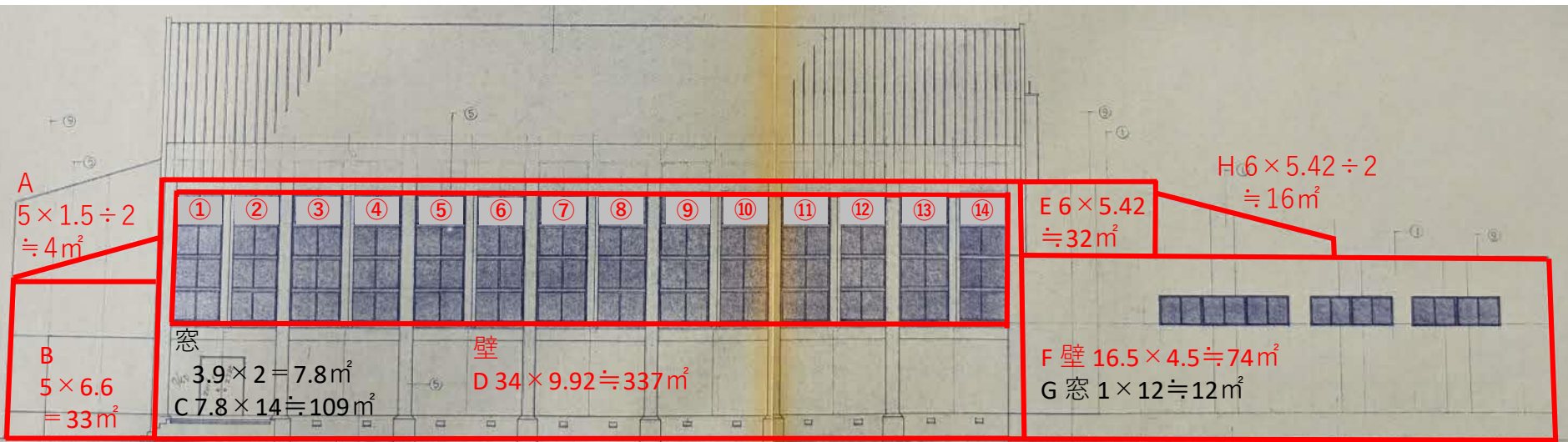
- ⑨：既存の排気の配管の入り口部分をグラスウール等で断熱する（結露するため）、ファンの前後で開閉装置（使用しないときには閉じられるように）を取り付ける
- ⑩：吸気については、既存の吸気口のカーブのところに穴をあけ、そこから吸気できるように復活させる（全天井への吸気は不要）。ここにも、吸気時のみ開閉できるように開閉器が必要。場合によっては熱交換器と加熱器（古い図面では設置されている）を復活させ、吸気温度を10℃程度にする

東西壁面 断熱対策面積

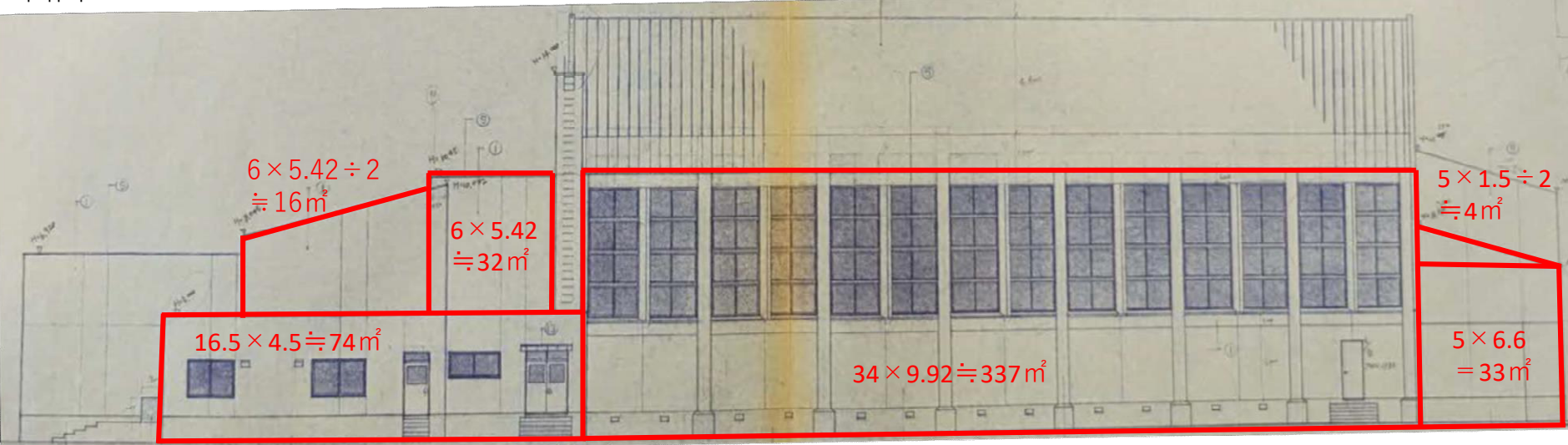
$$S_{\text{east+west}} = 375 \times 2 = 750 \text{ m}^2$$

($S_{\text{east}} = A + B + D + E + F + H - C - G = 375$ (東西面の壁面積、窓面積をほぼ同じとする))

東面



西面



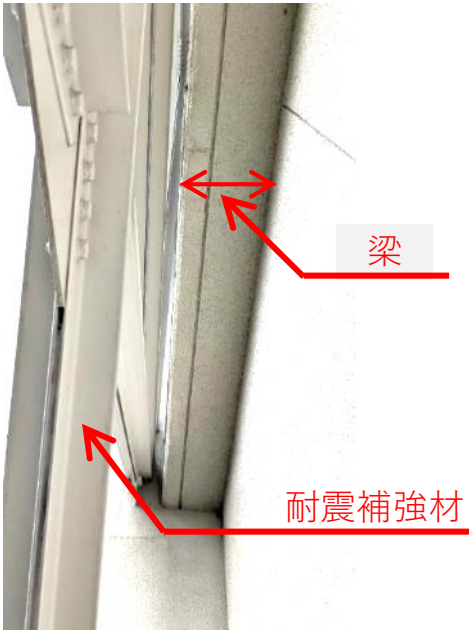
東面



西面



西壁面



断熱改修 ケース②

10年以上、現状の体育館を維持し、利用してゆくケース

南壁面

- ⑪：壁面が広いいため上部には20cmの断熱材（EPS）を貼り、湿式で仕上げる
- ⑫：壁面下部は、東西面と同じ35cmの断熱材（EPS）を貼り、湿式で仕上げる
（壁面と耐震補強部材間は約43cm）

事務所棟・平屋根

- ⑬：10cmの発泡スチロール（XPS）を敷き、その上から防水処理をする
（XPSのほうが防水処理能力が高いため推奨。EPSは推奨しない）

事務所棟・壁面

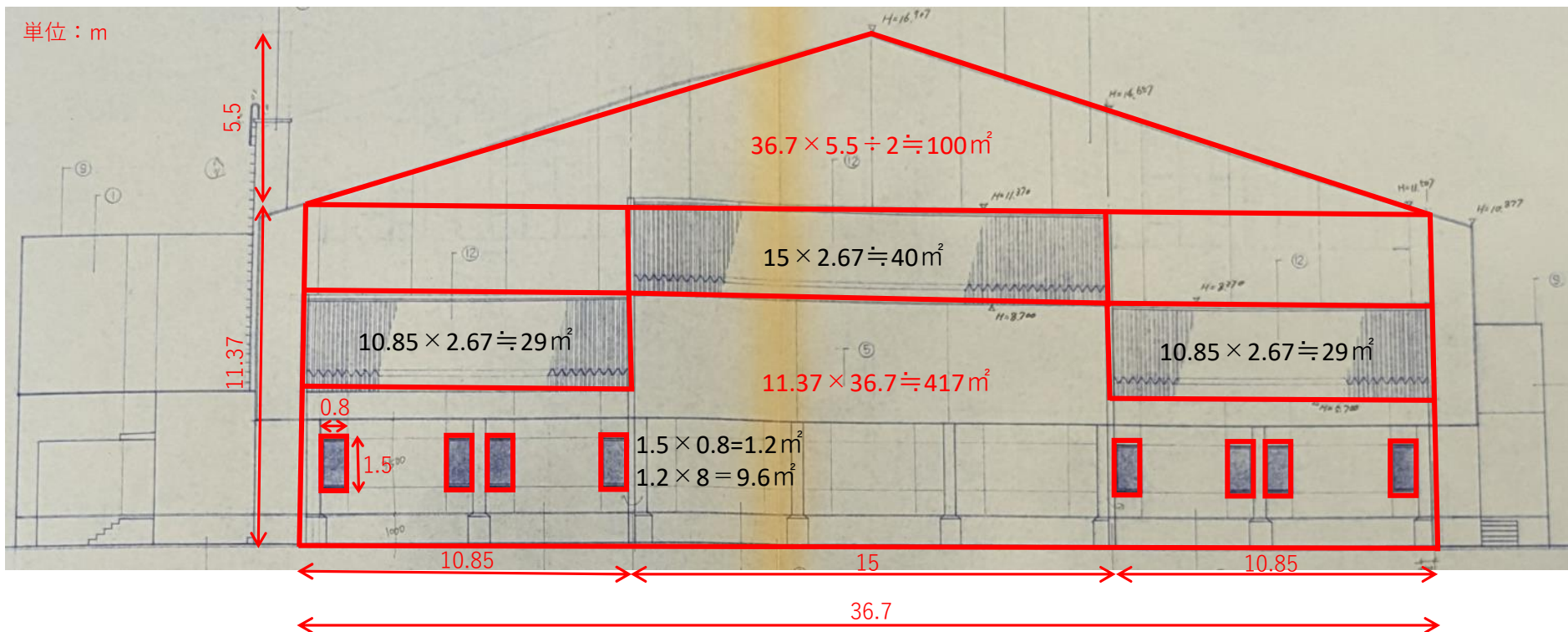
- ⑭：10cmの断熱材（EPS）を貼り、パラペット部の笠木（金属カバー）をやり替える
- ⑮：換気口（排気／吸気）については利用状況を勘考し、必要であれば開閉装置を取り付ける

※外壁に湿式施工ができない場合

外壁外周部に木を組んで空間を作り、グラスウール・ロックウール等を上記記載の断熱相当分を入れて、サイディング等で仕上げることも可能

南壁面 断熱対策面積

$S_{\text{south}} \doteq 409\text{m}^2$ ($\because 417 - (98 + 9.6) + 100$)



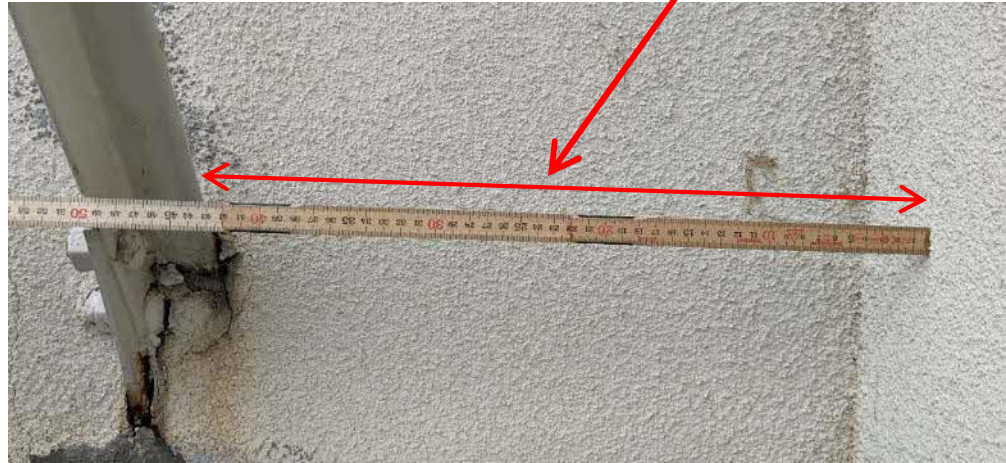
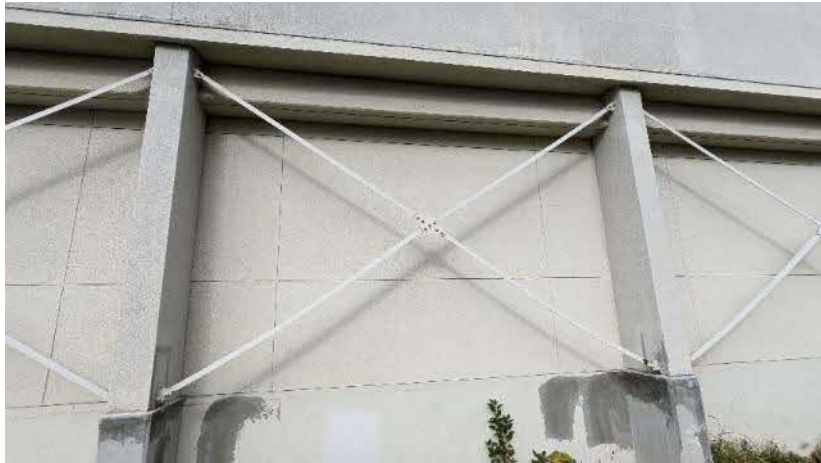
南面



北面



南壁面



約43cm

建物東面（アリーナとステージ部の境界南面）

全面にひび割れが確認できる

内部の配筋がサビにより膨らむことによるひび割れと想定できる



建物東面（事務所棟）

外壁



パラペット（笠木）

屋上



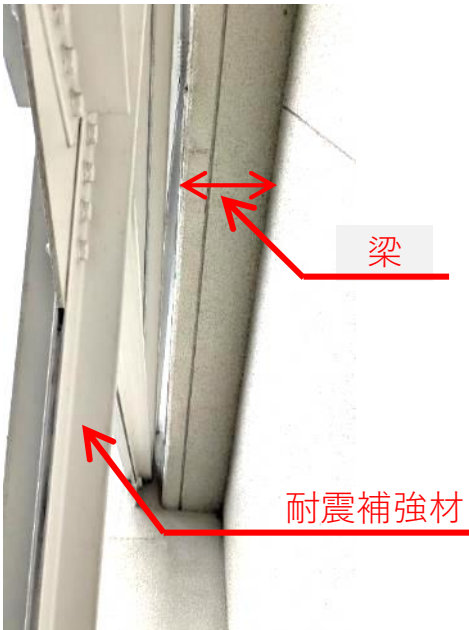
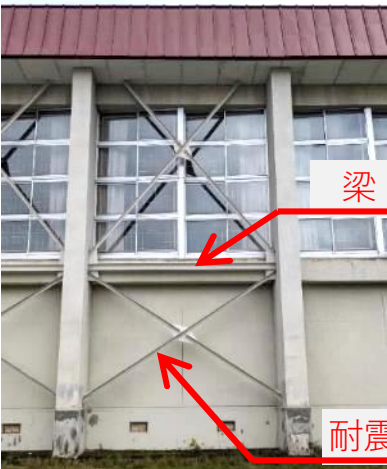
パラペット（笠木）

設備省エネ対策 ケース②

- ⑯：事務所暖房経路の送湯温度が現状70℃と高すぎるため、暖房が機能する範囲（外気温が-15℃の際でも50℃で賄えるはず。その他の季節ではさらに温度を下げる）で送湯温度を下げる調整が必要
- ⑰：ボイラー系統に4台あるポンプのうち3台をインバータ制御にして、温水の行きと還りの温度差 Δt を15Kを目標とする
（アリーナは面積が広いため温度が下がるが、事務所は高い温度で戻ってきている）
（ポンプ4台=ヘッダー入×1台は維持しテストの後、停止することも可能、ヘッダー出×3台を交換）
- ⑱：配管経路上にある温度計の誤差が大きくなっていると思われるので交換が必要
- ⑲：アリーナ天井部設置の換気扇給気口を塞ぎ断熱材を貼る
- ⑳：アリーナステージ付近の排気2ヶ所を給気1ヶ所と排気1ヶ所に分ける（負圧を解消するため）
（アリーナステージ付近の排気は東西1ヶ所ずつある）



西壁面



ボイラー給湯ポンプ

主管



TOSHIBA FDA IK-FCKLKW8
 2P 0.75L kW 200 200 220 V
 INS.CLASS F 50 60 60 Hz
 SERIAL NO. 1234567
 TOSHIBA INDUSTRIAL PRODUCTS MANUFACTURING CORPORATION
 MADE IN CHINA M 51104

EBARA PUMP
 No. T0131636J5
 MODEL 65LPD 5.75A
 CAP. ℓ/min 250 550
 HEAD m 9.9 4.5
 3 PHASE MOTOR 0.75 kW
 3.6 A 2860 min⁻¹
 kVA/kW 10 INS. CLASS F
 BEARINGS L.S. 6205DDW
 O.S. 6204ZZ
 91-55300 EBARA
 三相 200 V 990 W 50 Hz
 屋外用 水温0~100℃

EBARA CORPORATION
 TOKYO JAPAN
 ROTATION

アリーナ系統



TOSHIBA FDA IK-FCKLKW8
 2P 0.75 kW 200 200 220 V
 THERMAL CLASS F 50 60 60 Hz
 SERIAL NO. 82384519
 TOSHIBA INDUSTRIAL PRODUCTS MANUFACTURING CORPORATION
 MADE IN CHINA M 06339

EBARA PUMP
 No. T 31627
 MODEL 50LPD 5.75A
 CAP. ℓ/min 120 400
 HEAD m 14.7 6.0
 3 PHASE MOTOR 0.75 kW
 3.6 A 2860 min⁻¹
 kVA/kW 10 THERMAL CLASS F
 BEARINGS L.S. 6205DDW
 O.S. 6204DDW
 JET TOSHIBA
 三相 200 V 900 W 50 Hz
 屋外用 水温0~100℃

EBARA CORPORATION
 TOKYO JAPAN
 MADE IN CHINA
 ROTATION

1 F 系統



TOSHIBA FDA IK-FCKLKW8
 2P 0.25 kW 200 200 220 V
 INS.CLASS E 50 60 60 Hz
 SERIAL NO. 02443855
 TOSHIBA INDUSTRIAL PRODUCTS MANUFACTURING CORPORATION
 MADE IN CHINA M 51109

EBARA PUMP
 T0131692H5
 MODEL 32LPD 5.25A
 CAP. ℓ/min 150 350
 HEAD m 14.7 6.0
 3 PHASE MOTOR 0.25 kW
 1.0 A 2880 min⁻¹
 kVA/kW 10 INS. CLASS E
 BEARINGS L.S. 6204DDW
 O.S. 6204ZZ
 EBARA
 三相 200 V 210 W 50 Hz
 屋外用 水温0~100℃

EBARA CORPORATION
 TOKYO JAPAN
 ROTATION

2 F 系統



EBARA PUMP
 No. T 72090
 MODEL 25LPD 5.15
 CAP. ℓ/min 20 60
 HEAD m 10.0 5.5
 3 PHASE MOTOR 150 W
 0.9 A 2870 min⁻¹
 kVA/kW 10.2 INS. CLASS E
 BEARINGS 6202DDW / 6202ZZ
 91-56991 EBARA
 200 V 210 W 50 Hz
 屋内用 水温0~100℃

EBARA CORPORATION
 TOKYO JAPAN
 ROTATION

断熱改修 ケース②

10年以上、現状の体育館を維持し、利用してゆくケース

コスト試算：総額約5.6億円

- ①②：東西面の断熱施工については、R4調査報告書にある通り、アリーナ外壁改修（6,500万円）に加えて、約750㎡の東西面の外壁面積に対して、付加断熱の費用（約8万円/㎡）を追加。上記のアリーナ外壁改修工事費は、建築費用高騰で20～30%は上昇しているとみられるため、総額では以下のようなになる：
- $$6,500\text{万円} \times 1.25 + 750\text{㎡} \times 8\text{万円/㎡} \doteq 1.4\text{億円}$$
- ③：R4調査報告書にある通り、アリーナ部のみのサッシの断熱改修（11,800万円）の工事費は、建築費用の高騰で20～30%は上昇しているとみられる：11,800万円×1.25≒1.5億円
- ④：ケース①の対策①で提案した単価（3万円/㎡）を、断熱材厚みを増加させるため4万円/㎡で試算：
- $$766\text{万円} \times 1.25 + 3,890\text{万円} \times 1.25 + 1,440\text{㎡} \times 4\text{万円/㎡} \doteq 1.2\text{億円}$$
- ⑤：屋根の軒下（外側）の断熱工事費用は④に追加して、1,000万円内
- ⑥：なし、⑦：100万円内、⑧：50kWp×40万円/kWp≒2,000万円
- ⑨：断熱50万円内にプラスして開閉装置100万円内
- ⑩：200万円内（加熱器や熱交換器を導入する場合は、追加で300万円）
- ⑪：100㎡×5万円/㎡=500万円、⑫：309㎡×8万円/㎡≒2,500万円、⑬：2,000万円、⑭：5,000万円、⑮：200万円内、
- ⑯：調整のみ、⑰：200万円×3台=600万円、⑱：50万円内
- ⑲：50万円内、⑳：200万円内

エネルギーコスト削減量

ケース②の対策①～⑳で、現状のA重油消費量の30～50%程度の削減（R3年間A重油消費量57,000ℓ）

ケース③

設備省エネ対策 ケース③

ケース②を実行した後、脱炭素型の体育館を目指す場合（オール電化+太陽光+再エネ電力の買電）

- ①：断熱改修をしてからも、ひと冬（もしくは老朽化する前までの数年間）は既存のA重油ボイラで暖房して、冬季の暖房需要（A重油消費量）をより精密に計測
- ②：その後、正確なエネルギー計算をしてA重油ボイラを空気／水のヒートポンプに交換
概算値：
※現状では暖房用A重油は5.7万ℓ消費されている。ボイラの実運用熱効率を80%と仮定すると年間暖房負荷は50万kWh。提案したレベルの断熱改修で暖房負荷は30～50%減少すると想定されるため、中間値の40%と仮定して、改修後の暖房負荷は年間30万kWh。
暖房最大負荷換算時間が約2,500時間であるだろうことから、ヒートポンプの最大暖房能力は120kWpほど必要。この際、温水の送湯温度は、外気温が-15°Cの際、50°Cを維持することが求められる
※この仮定に基づいた電力消費量については、APF/COPが通年で2.7であるだろうから、追加での消費電力量は約12万kWhとなる（現状の消費電力量はR3年間7.2万kWh）。
ちなみに屋根の上の50kWpのPVによって4万kWhの年間発電量が期待できる
- ③：キューピクルについては、50～100kWの容量を増強する必要がある
（120kWpのヒートポンプの消費電力については要検討）
- ④：暖房3系統に3台設置する循環ポンプは、必ずインバータ制御にして、温水の往きと還りの温度差 Δt を15Kを目標とする（アリーナは面積が広いため温度が下がるが、事務所は高い温度で戻ってきている）
- ⑤：ケース①②と同様に、配管経路上の温度計の精度を上げて、計測・モニタリングできるようにすること