

オールウエザー化のエアータンク仮設実験について

東北地方建設局長 神谷 洋

東北地方建設局企画部長 浅間 隆

東北技術事務所 正会員 ○赤津 武男

1 まえがき

本実験は仙台工事事務所、雉子尾極管工事の施工現場において実施したものである。

2 目的と背景

建設事業の低躍的な増大に伴う技術者、労働力の不足に対処して事業を効率的に実施していくためには生産性の向上に関する諸々の施策を総合的に実施することが強く要請されている。

一般に言われているように土木工事が製造工業と大きく異なる点、不利な点として青天井で仕事をするので地形、気象に大きく左右されることである。時代の要請として週休2日制がとければ労働賃金が高騰する傾向にあるとき土木工事では雨天の場合を考慮してさらに定休日の増加を行なうことはかなり困難である。労務費の占める比率の高い土木工事では雨や雪の日に工事を中止することは土木企業の収益に影響することになり、また寒風とか雨雪の苛酷な条件の中で仕事をすることは、魅力ある職場とはなり得ない。また時代の進展と共に一連の土木工事もその中の各工種の工程が計画どおり行なわれる必要があり今までのような突貫工事によってとにかく工期に合せるという考えはまさに時代遅れであり往々にして危険が伴うことは周知のとおりである。特に東北、北陸のような積雪寒冷地における冬期屋外工事の施工は地盤凍結、降雪による現場条件の変化、労務者の採暖時間の増加、昼間時間の減少により実作業時間が短縮し他地域に比べて工期的にきわめて不利であり通年施工による建設労働者の有効な雇用と労働環境の改善を図る必要がある。ちなみに11月～3月までの5ヶ月の降雨雪による作業不可能日数は東京の30%に対して東北6県の平均は60%以上にも及んでいる。また過去5ヶ年における冬期(11月～3月)発注件数の年間発注に占める割合は東北6県を平均して20%金額にして約8%である。これらの改善策の一手段として土木施工現場に対して仮設のおおいを設け作業のオールウエザー(全天候)化を図るものである。

表-1 各型式テント比較表

3 テント型式の由来と選定理由

一般に我々がテントという言葉から連想できる構造物としてはサーカス用のテント、キャンプ用のテントあるいはレセプション用のテントであろう。特にサーカスの国として有名なドイツにおいてテント構造物の開発研究が盛んに行なわれている。

3-1 テント型式の分類

テント構造型式は原理的に大別して次の三つの型式に分類できる。(表-1)

項目		デント型式		ニューマチック型式		サスペンション	フレーム構造式	
		一重式	二重式	一重式	二重式	型 式	アコーディオン型	一 般
内 部	形 状							フ リ ー
空間	支柱等の障害物の有無	無	無	有	有	無	無	有・無
可能規模	限界	大	中	無 限	中～小型	無 限	中～小型	無限～小
周辺地形条件への適応性	有 (但し特別手自要)	有	有	有	無	有	有	有
車輛・人・資材等の搬出入の容易さ	容 易	容 易	自由のみ自由	自 由	装束のみ自由	自 由	自 由	自 由
架・取扱い・移送等の容易さ	容 易	容 易	やや困難	容 易	やや困難	容 易	やや困難	やや困難
収 納 性	良	良	やや良	やや良 (ポール用)	容 易	フレーム共では困難	フレーム共では困難	フレーム共では困難
付 属 部	送風送電の有無及寸小	要・大	要・小	不 要	不 要	不 要	不 要	不 要
	付属出入口の有無	要	不 要	不 要	不要 (装束のみ)	不 要	不 要	不 要
価 格	格	普通	やや高価	普通	やや高価	普通	やや高価	やや高価
米・下し又は修繕費	普通	普通	やや多し	普通	普通	普通	普通	普通
耐 風 性 能	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
耐 切 性 能	耐切性 少	耐切性 少	やや耐切性 多し	やや耐切性 多し	やや耐切性 多し	やや耐切性 多し	やや耐切性 多し	やや耐切性 多し
送 風 性 能	やや有り	やや有り	やや有り	無	無	無	無	無

- a サスペンション方式 サーカス等のテントに見られる方式である。
- b フレーム補強方式 屋外式典、レセプション、キャンプ用のテントに見られる方式
- c ニューマチック方式 気球又は初期の飛行船の半割分を地上に固定したものと考えればよい。
日本においては比較的近年に至って実施されだしたもので大阪における万博E×P0'70'のアメリカ館(一重膜式)、富士パビリオン(二重膜式)等がこの方式である。

3-2 本実験におけるニューマチック方式(一重膜)の選定理由

この方式は送風装置により内圧の空気圧を外圧に対して500~600気圧高の膜体を支持し空間を構成するものであり従来の二重膜に比べ次の点ですべてれている。

- a 比較的大きな空間を簡単におおふことができる。
- b 建て上げ、建て下し及び物設が容易(割合軽量で小型)であり仮設性の点ですべてれている。
- c 周辺地形条件(段部、凹凸)への適応性がよい。
- d 透光率(膜外の10%)もよく、加工、コストの面でも経済的である。

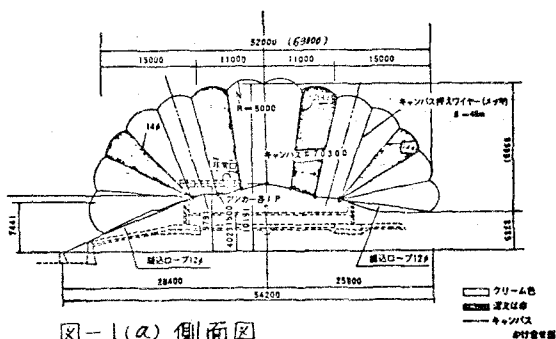


図-1(a) 側面図

4 断面寸法の決定理由

エアertentの使用対象構造物は主として植管、ボックスカルバート、橋台等であり今後の東北地建における5ヶ年計画から標準的な構造物を抽出し決定したものである。

なお今回は当技術事務所より近い仙台工事事務所管内雉子尾植管工事現場で使用し、次回は岩手工事事務所管内石鳥谷道路改良工事現場のボックスカルバートに使用する予定である。(図-1 a, b)

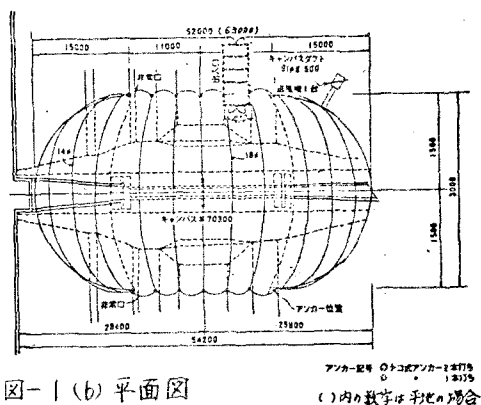


図-1(b) 平面図

5 ニューマチック構造(一重膜)の構造計算

5-1 一般事項

- a 構造概要 用途: 建設現場上屋 構造: ニューマチック構造(一重膜)、基礎は特殊アンカー杭式
- b 設計方針
設計及び計算は日本建築センター空気膜構造協会ニューマチック構造設計基準に準拠した。

5-2 設計概要

- a 膜体の設計条件 最大風速(W)30%_{sec} 雪荷重(S)20cm 固定荷重(G)1.5% (キャンバス+ワイヤーロープ)
- b 許容応力度

b-1 キャンバス(井 72300)

破断強度: 45%

長期許容応力度: 45%

短期許容応力度: 破断強度の $\frac{1}{10}$

b-2 ワイヤロープ(JIS G 3525-6号)

切断強度: $189 \sim 18000\%$ $149 \sim 1810\%$

長期許容応力度: 切断強度の $\frac{1}{5}$ 短期許容応力度: 切断強度の $\frac{1}{10}$

b-3 円周方向ワイヤーアンカー 短期許容耐力: 安全率2倍

C 所要内圧 G+Sの場合は46.3%水柱圧 G+Wの場合は35.9%水柱圧(風圧の60%)

6 膜体及び構造と機能

6-1 膜体

長さ63m, 巾30m, 高さ15m, 床面積1700 m^2 , 空気容量18000 m^3 (クレービロン厚0.43%, 重さ0.425%, 押えロープφ14~φ18%ワイヤーロープ, チコ式アンカー38型16号) 出入口(4m×4m) 1ヶ所, 非常口2ヶ所

6-2 付属機械

a 送風機(リミットコイダルファン, LL型#5, 片側吸込み18000 m^3/hr 50%Ag) 1台

停電時の送風として電動機(5.5kW)のほかガソリンエンジン($10P_{3600RPM}$)を併設しバッテリーを作用し自動的にモーターとエンジンの切換えができる。

b 内圧警報装置(差圧式) 1台

テント内外圧力差を差圧発信器により圧力計測し圧力の異状高圧, 低圧の警報をランプで表示しブザーで表現し直読で圧力が判明する。

c 消雪装置(水中モーターポンプ30HP, 散水セット1 $\%$ $_{min}$) 1台

テントのモットと切線こう配のゆるい部分付近に約3m間隔にフレキシブルな散水ホース(φ40%ビニール製)ズル口径28%, 30cm間隔)を長軸中心線を中心に3本配置し河川水(約4℃)を散水させる。消雪面積1,230 m^2 に対する使用水量は1 $\%$ $_{min}$ (防雪ハンドブック水量計算式より)融雪能力は積雪20%である。

d アンカー打込機(チコ式ドロップヒッター102型) 1台

e 温風暖房機(循環方式ダフト導入型, 風量 250~300 $\%$ $_{min}$ 出力 200000 $kcal/hr$) 1台

送風循環回路の中途(送風機とテントの中間)でエアーを暖めてテントに送り込みサーモスタットにより自動運転するもので, 次回実験現場で使用するべく現在製作中である。

7 調査項目とその結果

7-1 本実験の主眼点

本実験の主眼点は次の5項目について分類検討するところにある。

a 架設位置に於ける気象条件への適応性の調査(天候, 雨量, 積雪量, 温湿度, 気圧, 風向, 風速)

b テント構造物自体の応力状態の調査(設計段階において検討された実送風量, 内圧, 膜体及びワイヤーの応力とそれらの相関性)

c 内部の作業環境の調査(気温, 温湿度, 照度, 騒音, 空気汚染状態)

d 製作, 建て上げ, 建て下し等の工数及び維持管理費等の調査

e 消雪装置その他付属装置の効果調査と性能調査

8 其の他材質の適応性と耐久性の調査

以上の調査項目は何れもニューマチック構造が仮設物として

① 何回かの繰り返し使用を前提にした経済的効果算定の上でそれによって得られる実際のメリットに見合うものとなり得る可能性の有無。② 内部の作業空間の特性が果して工事現場に従事する作業員の作業環境の向上に役立つか否か、の2点に要約できる。

7-2 現在までの調査結果

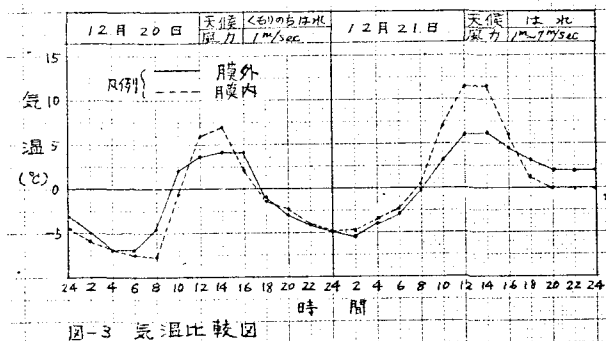
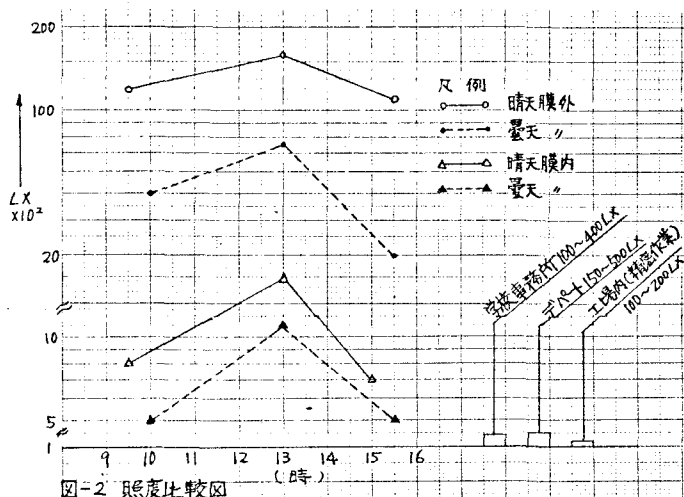
a ワイヤロープの張力変化について ① 建て上げ時の張力変化は時間的に初期はゆるやかであり特に送風口側の張力変化が早く起る。② 最終圧のときでも全般的に送風口側の張力が高い傾向を示し特に膜中央部分のアンカーに張力の最大点が発生する。③ 本調査での最終内圧は10%水柱の低内圧でありワイヤロープに内圧が均等に作用しない面もある。

b 照度について

① 全般的に作業環境は良好で暗いための作業支障は日中は起らない。② 出入口は配色上（オレンジ色）から光の透過損失が他の点に比べて多く配色上の検討が必要である。③ 晴天時は雨天時の2倍強の照度がある。④ 内部と外部の照度比は外部に比べて内部は約 $\frac{1}{5}$ ～ $\frac{1}{6}$ 程度である。（図-2）

c 温度について

テント内外の気温差は日中（10℃～15℃）はテント内の方がテント外より3℃～5℃高くそれ以外の時間についてほとんど差がなく逆にテント内の方が低くなる傾向にある。（図-3）



8 あとがき

本実験は短期間のため調査項目全部について実施できなかったが次回の実験現場に予定している岩手工事事務所管内石鳥谷道路改良工事において各項目の再調査と問題点の解明を行なうものである。なお本実験を実施するにあたり御協力を賜った仙台工事事務所に対し厚くお礼申し上げます。