

新しい冷却塔組立工法の紹介

Introduction of On-Ground Assembling Method of Cooling Tower



(気)生産部 工務課
酒井保彦
Yasuhiko Sakai
(気)生産部 技術第2課
小林敏晴
Toshiharu Kobayashi

In July 1992 we delivered cooling towers for DHC (District Cooling and Heating) to the Benten-Cho Energy Center for the purpose of supplying the heat to ORC 200 (Osaka Resort City) entrusted to four banks as part of the Public Land Trust Project, the largest scale of its kind in Japan.

The cooling towers for DHC were dealt with several times in the previous issues of this Technical Report and therefore, this paper presents a method of assembling/lifting said cooling towers on the ground, (hereinafter referred to as "On-Ground Assembling Method"), which we have used this time in the cooling tower assembly work on the site.

まえがき

当社は1992年7月、弁天町エネルギーセンターにDHC（地域冷暖房）用冷却塔を納入した。本稿で紹介するDHCは、わが国最大規模の公有土地信託事業として、4銀行が受託したORC200（大阪リゾートシティ）に熱供給を行っている。DHC用冷却塔については、本技報において幾度となく紹介しているので、本稿では冷却塔現地組立工事に新たに採用した地上組立吊上げ工法（以下地上組立工法とよぶ）について紹介する。

1. 地上組立工法とは

冷却塔の組立には直接設置場所で組立てる方法（直接組立工法）と、別の場所（地上）で組立てて設置場所に移動させる方法（地上組立工法）とがある。後者の地上組立工法は、地上で別置の重機で完成体または半完成体を組立て、揚重機で設置階に吊上げ設置する。今回採用したのは、揚重機の重量制限のため半完成体（鉄骨部分のみ完成体）を揚重機（タワークレーン）で11階ビルの屋上に吊上げ設置した。

2. 地上組立工法の利点

DHC用冷却塔は規模が大きいため、大型冷却塔が要求される。また設置場所の大半がビルの屋上であり、美観および騒音防止のためには防音壁の取付が必要である。建築の防音壁、スラブ防水工事、設備業者の配管工事と冷却塔の組立が同一階で行われるため、一社の工程の遅れは全体の工程に影響を及ぼす。また、直接組立工法では設置階に部材置き場、組立用重機の設置が必要になる。更に、都心の高層ビルの場合は揚重機にビル建設用のタワークレーンを使用し、部材の吊上げ、組立用としても使用する場合があります。タワークレーンへの依存度が高くなる。しかしながら、このタワークレーンはビル建築工事及び関連工事の資材吊上げ用に利用されるもので、冷却塔の組立工事の専用機としては使用できない。地上組立工法では設置階に部材置き場、組立用重機は不要である。更に、タワークレーンへの依存度を最小限に抑えることができ、建設工事全体の工期短縮の一役を担うものである。

3. 地上組立工法採用の条件

このように地上組立工法は工期短縮をはかるものであるが、建設場所に様々な制限があるため、工事計画を早めに立案し、建設工事工程立案者と入念な打合せが必要となる。その主なものについて列記する。

- 1) 地上に組立、部材置場および組立重機のスペースを一定期間確保すること。
- 2) 地上組立位置から設置場所への揚重機を確保すること。
- 3) 設置場所への吊込みが可能であること。防音壁等の梁、ブレースがある場合は一箇所に吊込み水平移動させるか、建築工程との調整で防音壁組立前に設置すること。

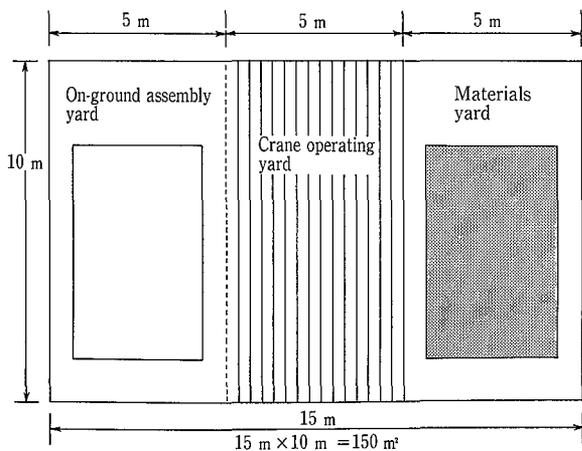
4. 冷却塔仕様と重量

冷却塔仕様と重量を第1表に示す。

第1表 冷却塔仕様と重量

Table 1 Specification and weight of cooling tower

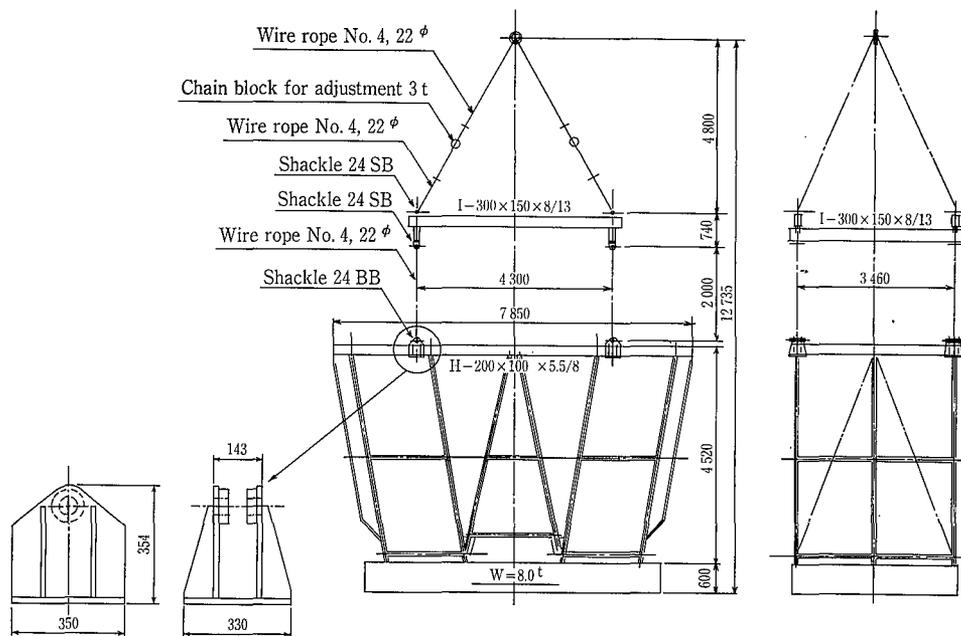
Water flow rate	m ³ /h	500×8
Inlet temperature	°C	37.7
Outlet temperature	°C	32.0
Wet bulb temperature	°C	27.5
Length	m	3.4×8
Width	m	7.85
Height	m	6.7
Number of units		8
Operating weight	ton	160/8 unit
Dry weight	ton	80/8 unit
Lifted weight	ton	8/1 unit
Load limit for crane	ton	9/1 unit



第1図 地上組立・重機・資材置場スペース
Fig. 1 Space for on-ground assembly yard, crane operating yard and materials yard

第2表 地上組立範囲と吊上げ重量
Table 2 Scope of on-ground assembly and lifted weight

Scope of assembly (8 000 kg)	
Cold water basin	2 000
Framework	2 950
Fan deck	2 000
Handrail	50
Piping	500
Speed reducer	250
Electric motor	250



第2図 吊り治具詳細図
Fig. 2 Detail of lifting device

5. 地上組立スペースと重機配置

第1図に地上組立スペースと組立用重機配置を示す。重機は20 t クローラクレーン、2台分の組立スペースと部材置場を併せて 150 m²。組立スペースは吊上げ用タワークレーンの作業半径内に確保する。

6. 地上組立範囲と吊上げ重量

吊上げ重機はその作業半径で重量が決定するため現地調査による立地条件の把握と入念な打合せが必要である。今回は作業半径が22 m のため、最大吊上げ荷重は9 t となった。最大吊上げ荷重をもとに第2表に示す組立範囲を決定し、以降に述べる吊り治具を設計する。

7. 吊り治具の設計

吊り治具は冷却塔の全荷重と風圧等を受けるので、設計

には充分注意するとともに、4点吊りとし水平に吊上げができる第2図に示す構造の吊り治具とした。吊り梁を I-300×150×8×13、ワイヤロープを4号 22 mm とし、吊り治具はクレーン構造規格、鋼構造設計規準、道路橋示方書に準じて設計を行った。

8. 冷却塔の構造

多セル構造の冷却塔の場合、一般にはセルの境界は共通骨組構造となっているが、地上組立の場合は1セル毎に独立した構造にする必要がある。また、アンカー部のズレを考慮してセル間には 50 mm 程度の調整代を設け、全体の長さを吸収させることが大切である。設置階でのアンカー取りを容易にするため、冷却塔の上部梁に取付けるのが良い。荷重は設置時にはアンカー部が最大になるが、吊上げ

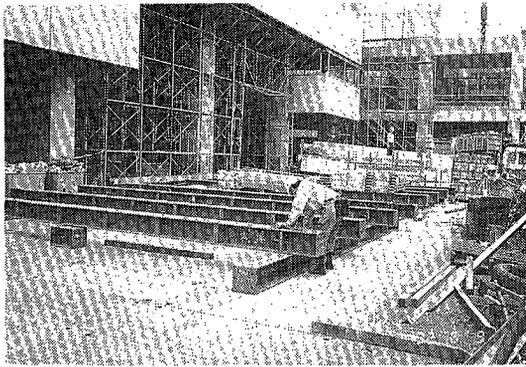


写真 1 地上組立用基礎架台
Photo. 1 Foundation bed for on-ground assembly

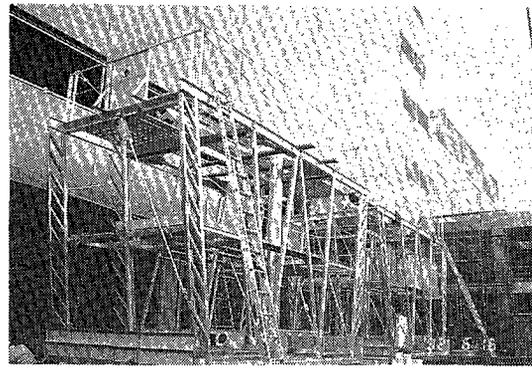


写真 4 地上組立完了時
Photo. 4 On-ground assembly completed

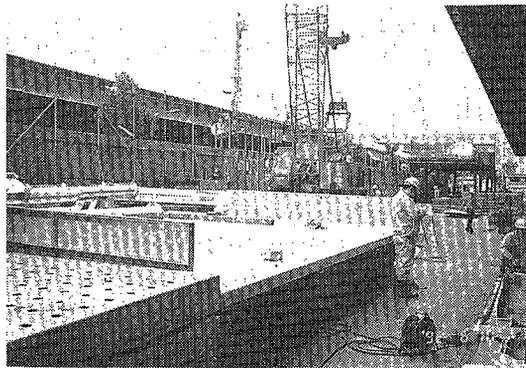


写真 2 FRP冷水槽組立
Photo. 2 Assembly of FRP cold water basin

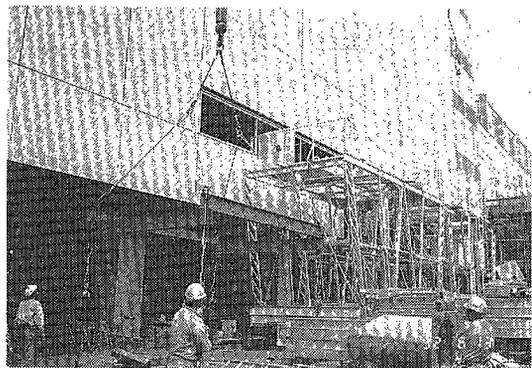


写真 5 吊り治具
Photo. 5 Lifting device

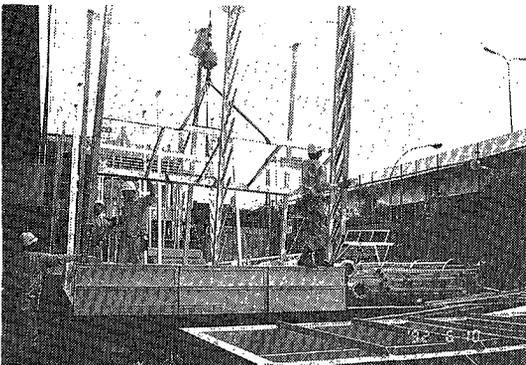


写真 3 骨組組立
Photo. 3 Assembly of framework

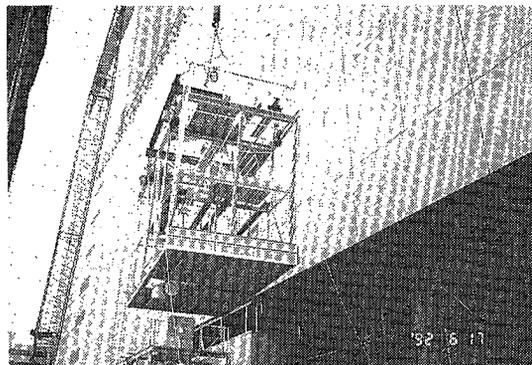


写真 6 タワークレーンによる吊り上げ
Photo. 6 Lifting by tower crane

の場合は最上部の吊りピース部が最大となるため、梁に掛かる曲げモーメントとボルト部のせん断力には十分な強度が必要である。また、安全の確認のため仮吊りを行い、骨組梁のたわみ測定、接続部の歪み検査を行い万全の配慮を行った。

9. 地上組立手順

1) 写真1は組立用仮設材の300×300山留材を交叉状に配置し、ライナーで水平レベルを調整後、上下をボルトで結合した架台を示す。

2) 写真2は下部水槽フレームとFRP水槽の組立を示す。

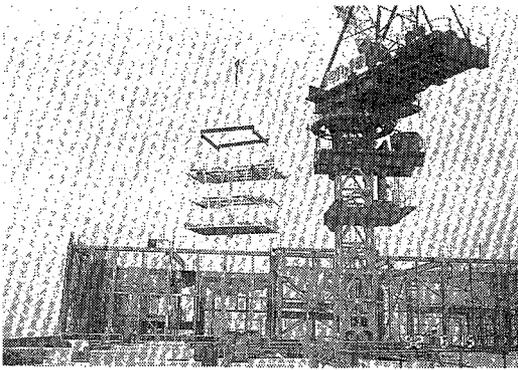
3) 写真3は重機による骨組の組立を示す。

4) 写真4は地上組立完了時(2台分)を示す。

5) 写真5は吊り治具の取付けを示す。

6) 写真6はタワークレーンによる吊上げを示す。

7) 写真7はタワークレーンによる設置場所への移動を示す。



：真 7 タワークレーンによる設置場所への移動
 photo. 7 Transferring by tower crane to place of installation

0. 揚重機の使用時間

冷却塔 8 台, 組立総日数 40 日, 搬入車両 11 t 車 30 台
 組立重機 (20 t クローラー) …… 15 日 / 延べ 120 時間
 タワークレーン …… 14 回 / 延べ 10 時間

1. 吊り治具取付に関する注意事項

吊り治具と冷却塔とは水平な関係を保つことが最も重要である。当初の計画では, ワイヤロープ 22 mm 4 点吊を考えていたが, 平行度の調整ができないため, 5 t 吊のチェンブロックに変更した。これは設置階での吊降しに効果があった。即ち, タワークレーンでじかに吊降しながらではアンカー取りのための微調整が出来ない。そこで約 30 cm 程度手前からは 4 本のチェンブロックで調整しながらアンカー取りを行った。

2. 地上組立工法と直接組立工法との揚重回数比較 (揚重機: タワークレーン)

第 3 表は, 地上組立工法と直接組立工法との揚重機の使用回数の比較を % で示したものである。地上組立工法で, 直接組立工法に比べ約 60 % の揚重機の利用回数で工事が完了する。

第 3 表 地上組立工法と直接組立工法の揚重回数比較
 Table 3 Comparison of number of lifting times between methods of on-ground assembly and direct assembly

	[%]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Method of on-ground assembly	[Bar chart showing approximately 60%]									
Method of direct assembly	[Bar chart showing 100%]									

第 4 表 地上組立工法と直接組立工法の組立所要日数比較
 Table 4 Comparison of number of assembling days for each crane

	[%]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Method of on-ground assembly	[Bar chart showing approximately 70%]									
Method of direct assembly	[Bar chart showing 100%]									

が完了する。

13. 地上組立工法と直接組立工法との組立所要日数比較

第 4 表は地上組立工法と直接組立工法との組立所要日数の比較を % で示したものである。地上組立工法では直接組立工法に比べ約 70 % の所要日数で工事が完了する。

む す び

本稿では, 地上組立工法について紹介したが, 一般的には都心の建設現場では現実に地上での組立スペースの確保が困難である。しかしながら, 揚重機への依存度が削減できること, 設置階での部材置場, 組立重機がいないこと, 更に工期短縮が出来ることなど多くの利点があり, 地上組立工法において更に工期短縮が出来れば, 都心であっても地上組立工法の採用が高まるため, 今後工期短縮の可能性の検討を行っていききたい。

最後に本工事にあたり, 建築工事共同企業体, 高砂熱学工業株式会社, 大阪ガス株式会社のご協力に深く敬意を表します。