

低騒音乾湿併用形冷却塔に関する白煙観測結果報告

Report of Visible Plume Observation for W/D and Low Noise Cooling Tower

冷却塔事業部 技術課
原 田 征 一
Seiichi Harada

Since the first delivery of wet/dry cooling tower in 1974 and the low noise cooling tower in 1977, more than 70 cooling towers of both type have been delivered to our customers.

The effectiveness of visible plume abatement was tested, by installing three different attachments, onto a low noise cooling tower combined with wet/dry hybrid system.

ま え が き

当社の乾湿併用形冷却塔と低騒音型冷却塔の各1号機は、1974年と1977年に納入されて以来、これら2種の納入実績総数は既に70基に達している。

上記の冷却塔の中から、排出空気の影響を高めるために、乾湿併用形と低騒音型を融合した低騒音乾湿併用形冷却塔に対して付加ユニットを取り付けた状況で実施した白煙観測の結果を報告する。

構 造

乾湿併用形冷却塔は、冷却塔からの排出空気が過飽和域の白煙となる可視ブルームを減少させるために採用されるのが一般的であるが、ここで紹介する冷却塔の場合、騒音直についても厳しく規制されているために、外観は写真1のように低騒音型冷却塔と同じになっている。内部は第1図に示すように片側に湿式部と、反対側に乾式部を設け、両方を別個に通過してきた空気を混合させながらファンによって排出する、いわゆる対向流式になっている。乾式部の後部には湿式運転時における乾式部からの空気の遮断、及び乾湿併用運転時における乾式部からの空気量の調節を行うために、ダンパーを設置している。循環水は乾式部を経由して湿式部に流入する方式である。なお、本冷却塔は某用塔の約1/3にスケール・ダウンしたものである。

1. 白煙観測結果

第1図は原形の内部構造を示しているが、この状態にお

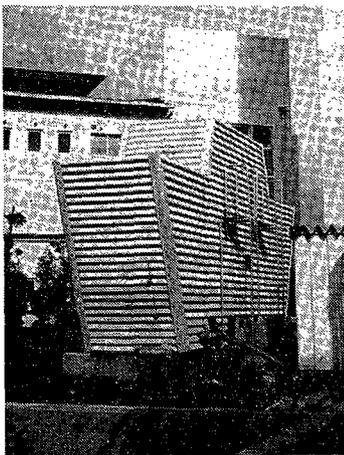


写真1 冷却塔の外観
Photo.1 A view of test tower

ける排出空気の流れは、完全に混合するには至らず、湿式部と乾式部を通過した後各部に近い経路をとり分離したまままで放出される傾向がある。

そこで、上述のような混合傾向を改良するための付加ユニットとして第2, 3, 4図に示すものを考案し、その効果を確認するために白煙観測試験を実施した。

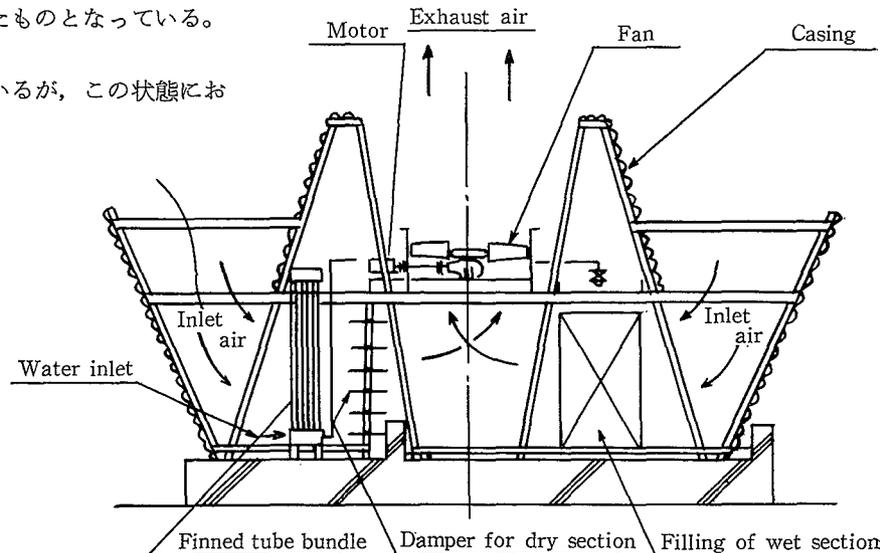
3. 付加ユニットの特長

3.1 気流変更板

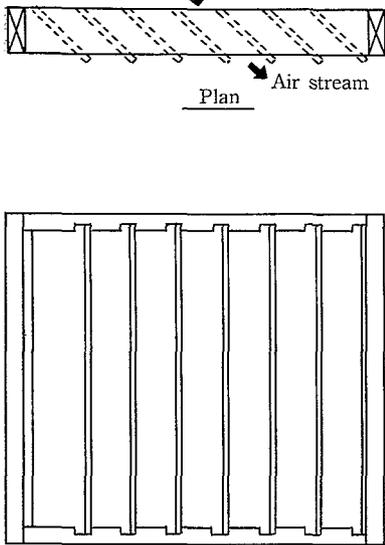
気流変更板は第2図に示すように背面(充填材側)から流入する気流を、角度を持たせたブレードに衝突させて気流を分散させ、上昇過程での混合効果を向上させることを目的に、設計したものである。角度を適当に組み合わせることによって、気流の方向に対する変更度合いの強弱を調整できる。ブレードをリンクバーにより結合して、ワンタッチの可変ピッチにして、取り扱いを簡便にすることができる。

3.2 案内羽根付ファンスタック

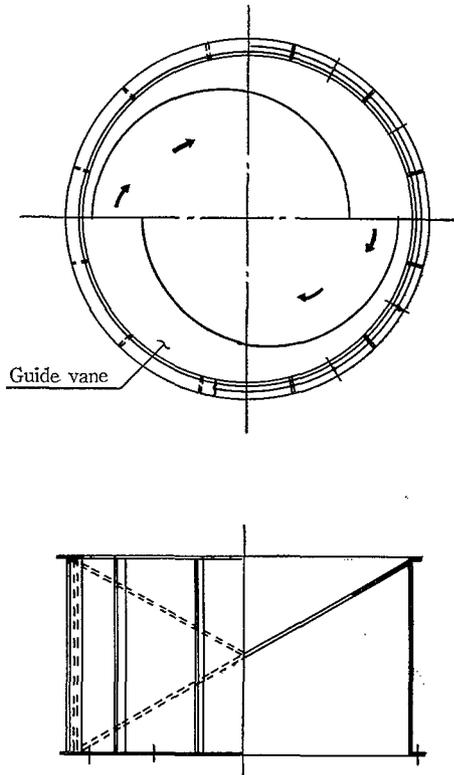
案内羽根付ファンスタックは、第3図に示すようにファンにより排出される空気流の旋回方向と同じ方向に、下部から上部へ傾斜した案内羽根を取り付けた円筒で、流入気



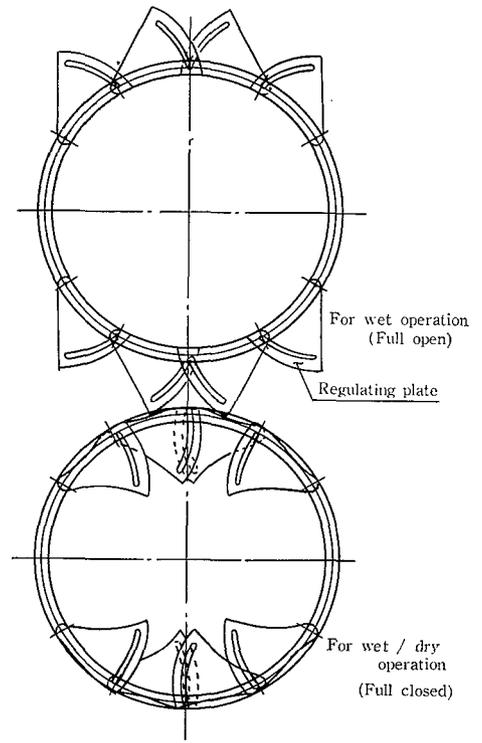
第1図 内部構造
Fig.1 Cross section of test tower



第2図 気流変更板
Fig. 2 Damper unit



第3図 案内羽根付スタック
Fig. 3 Stack with guide vane



第4図 吐出口調整板
Fig. 4 Regulating plates for outlet area

流の上昇側の羽根巾を広くして気流を抑圧して乱れを助長させることにより混合効果を高めるよう設計したものである。

3.3 吐出口調整板

吐出口調整板は第4図に示すようにファンスタックの上部に扇形の板を取り付けて、内側への突出した寸法を変化させることにより吐出口からの上昇気流を部分的に抑圧して混合を向上させるよう設計したものである。この扇形板は、湿式運転時には全てを外側に向けることにより通常と変わらぬ状態で運転することが可能な構造となっている。

4. 白煙観測時のケース分類

原形状態の湿式運転及び乾湿併用運転時の観測と併せて上記各ユニットを取り付けた場合についての白煙観測を実施した。観測ケースは冷却塔の運転状態により次のように分類した。

- | |
|-------------------------|
| ケース1：原形湿式運転 |
| ケース2：原形乾湿併用運転 |
| ケース3：気流変更板付乾湿併用運転 |
| ケース4：吐出口調整板付乾湿併用運転 |
| ケース5：案内羽根付スタック付乾湿併用運転 |
| ケース6：気流変更板及び案内羽根付乾湿併用運転 |

5. 白煙観測要領及び結果

各ケースにおける白煙発生状態を、目視及び写真撮影により観測することとした。

白煙観測時は、循環水量を設計値(35m³/h)にセットして実施したが、その他の条件は、入口水温30°C~40°C、外気温度5°C~12°C、外気湿球温度-0.5°C~8°Cおよび自然風速0~3.5m/sec.であった。

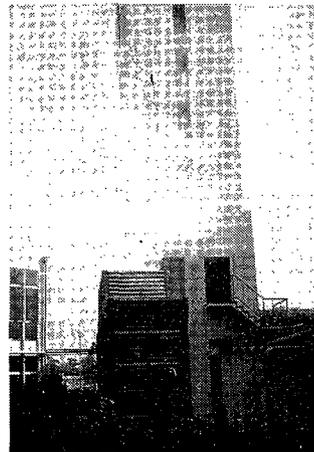


写真2 ケース1での白煙状態
Photo. 2 Plume length (case 1—13.0m)

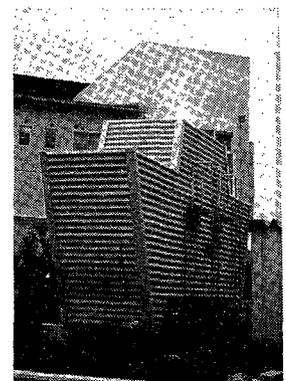


写真3 ケース2での白煙状態
Photo. 3 Plume length (case 2—1.4m)

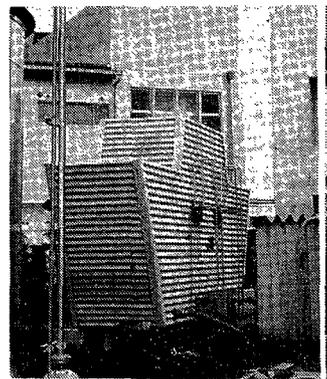


写真4 ケース3での白煙状態
Photo. 4 Plume length (case 3—0.5m)

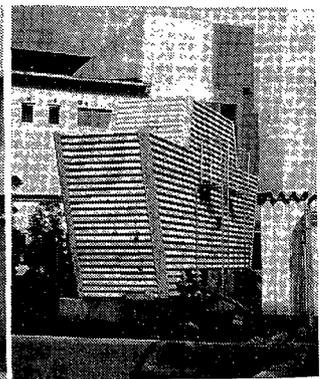


写真5 ケース4での白煙状態
Photo. 5 Plume length (case 4—4.0m)

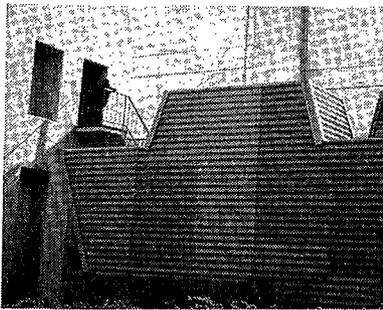


写真 6 ケース5での白煙状態
Photo.6 Plume length
(case 5—1.0m)

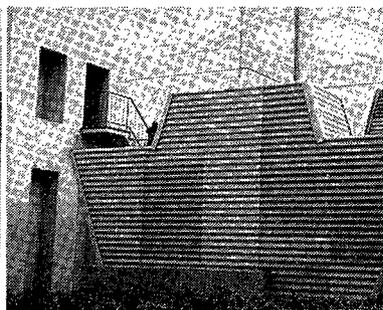


写真 7 ケース6での白煙状態
Photo.7 Plume length
(case 6—0m)

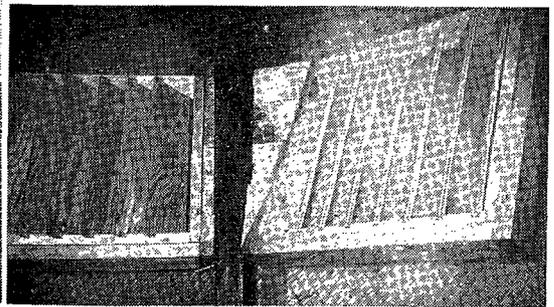


写真 8 気流変更板取付状態
Photo.8 A view of damper unit



写真 9 吐出口調整板取付状態
Photo.9 A view of regulating plates

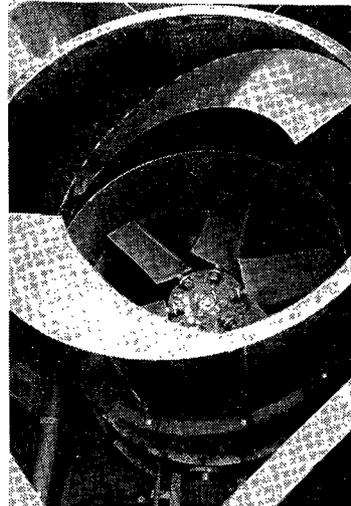


写真 10 室内羽根付スタック取付状態
Photo.10 A view of stack with guidevane

第 1 表 白煙観測結果の評価
Table 1 Evaluation of plume observation results

Case No.	Mean length observed (m)	Corrected length based on design base (m)	Decrease rate of plume (%)
1	13.0	20.0	—
2	1.4	7.5	91
3	0.5	1.0	99
4	4.0	5.8	92
5	1.0	1.5	98
6	0	0	100

各ケースにおける白煙発生状態は写真 2～7 の如くで、この時の目視記録は写真に併記した通りである。これらの写真によっても付加ユニットの混合改良効果は十分確認できるが、各ケースにおいて温度条件に差があるためベースを設けて補正する必要がある。付加ユニットの取付状態は写真 8～10 の通りである。

6. 結果の評価

6.1 白煙観測結果の評価

5 項のデータ及び写真を利用して各ケースにおける発生白煙量(長さ)を求め、設計値をベースとして他のケースにおける温度条件の相違について弊社独自の解析手法を用いて評価することにした。これにより得られた各ユニットの白煙低減効果に対する評価はおおよそ第 1 表の如くであり、原形湿式運転時(ケース 1)の発生白煙を 100%として他のケースにおける発生白煙を対比したものである。

但し、この評価はあくまでも平均的なものであり、外気条件、特に湿度が極端に高い場合については十分な検討を行うことが必要である。

7. 混合向上ユニットの冷却性能への影響

白煙観測と併行して実施した冷却性能に関する計測データについて検討し、原形乾湿併用運転時(ケース 2)における冷却性能をベースにして対比したのが第 2 表である。

第 2 表 付加ユニットの冷却性能への影響
Table 2 Effect of additional units on Cooling capacity

Case No.	Cooling Capacity	Remark
2	±0	Values with plus mark mean temp. rise of cold water
3	+0.1°C	
4	+1.0°C	
5	+0.4°C	
6	+1.3°C	

むすび

この一連の試験で得た結果について白煙対策用として限定して評価するならば、その効果は大きいと言える。その反面冷却性能への悪影響もまた大きく、これを改良してより実用的なものにすることが今後の課題である。