

発電所建屋を対象とした室内温熱環境の実態把握と数値流体解析に関する研究

T O 7 K 7 1 2 E 山田 丈
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

発電所建屋（タービン建屋）などの施設では、室内に蒸気タービン本体や熱交換器等の巨大な発熱機器が存在するため、作業環境の悪化や制御用の電子機器に対する影響が懸念される。また、今後の電力需要の変動や突発的な機器の不具合等により特に高温となる夏場に点検が行われることも考えられ、作業環境の改善が必要である。

本研究では、最初にタービン建屋を対象とした実測調査を行い、温熱環境の実態を把握する。次に建屋全体をモデル化し、熱環境・換気状況を数値流体解析により把握し、これらの結果をもとに、建屋内の温熱環境改善方法を検討することを目的とする。

2 研究概要

2.1 調査概要：解析対象は、聖籠町に位置する東新潟火力発電所1・2号機蒸気タービン建屋とする。図1に対象建屋平面の概要及び温湿度測定点を示す。1・2号機蒸気タービン建屋内の搬入口吹抜け付近、連絡通路入口付近、最上階（地上高さ37.3m、屋上換気モニター内部）、発電機付近、搬入口シャッター等に計12点の温湿度記録計を床上1.2mの位置に設置し、乾球温度と相対湿度の測定を行う。測定期間は、2010年5月13日～2011年1月17日である。

2.2 解析概要：1・2号機蒸気タービン建屋の蒸気タービンフロア及び搬入口・吹抜け部分を対象とし、数値流体解

析を行う。解析対象日は搬入口シャッターを開放していた2010年8月5日15時とする。解析には汎用流体解析ソフトSTREAMを用いる。表1に解析caseを示す。搬入口シャッターは開放しているものとし、北面窓開口面積の変化及び水ミスト噴霧^{*1}の有無による計12ケースを解析する。北面窓及び搬入口シャッターからの外気の流入量及び建屋の壁面固定温度は、熱負荷シミュレーションソフトTRNSYSにより算出した値を使用する。水ミストを噴霧した場合には、搬入口シャッターから建屋内に流入する外気が、外気温と相対湿度から算出された湿球温度まで低下すると仮定し、解析を行う。

3 解析結果

3.1 温度実測結果：図2に2010年5月13日～2011年1月17日の代表的な測定点の日平均外気温と日平均室温の関係を示す。この期間における日平均室温は、搬入口吹抜け付近（No. ①）で15～43℃、連絡通路入口付近（No. ③）で18～44℃、屋上換気モニター内部（No. ④）で10～44℃、発電機付近（No. ⑥）で20～44℃となり、建屋内部全体

表1 解析 case

解析case	北面窓開口面積 [m ²]	流入量 [m ³ /s]		水ミスト噴霧 (搬入口シャッター)	壁面固定温度 [°C]					
		北面窓	搬入口シャッター		東面	南面	西面	北面	床面	天井面
case1-1	0	0.00	171.49	x	42.54	40.93	40.50	40.26	45.03	45.03
case1-2	0	0.00	177.07		39.37	37.76	37.26	37.06	40.81	40.81
case2-1	6.84	11.68	165.58	x	42.54	40.93	40.50	40.26	45.03	45.03
case2-2	11.68	172.32			39.37	37.76	37.26	37.06	40.81	40.81
case3-1	25	26.43	153.32	x	42.54	40.93	40.50	40.26	45.03	45.03
case3-2	25	25.80	162.69		39.37	37.76	37.26	37.06	40.81	40.81
case4-1	50	39.49	142.34	x	42.54	40.93	40.50	40.26	45.03	45.03
case4-2	50	37.36	154.58		39.37	37.76	37.26	37.06	40.81	40.81
case5-1	100	52.47	131.28	x	42.54	40.93	40.50	40.26	45.03	45.03
case5-2	100	47.54	147.26		39.37	37.76	37.26	37.06	40.81	40.81
case6-1	150	56.42	126.65	x	42.54	40.93	40.50	40.26	45.03	45.03
case6-2	150	52.54	144.63		39.37	37.76	37.26	37.06	40.81	40.81

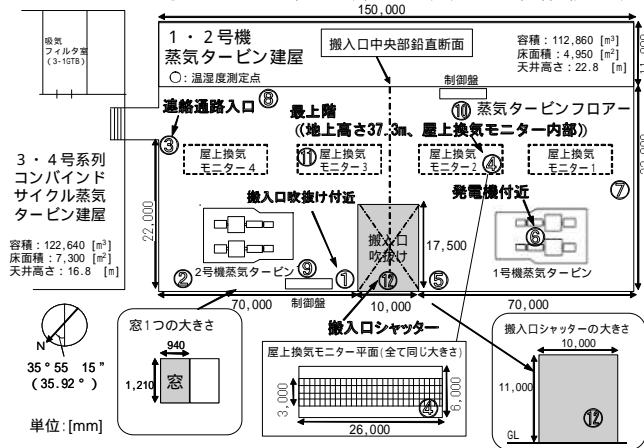


図1 対象建屋平面の概要及び温湿度測定点

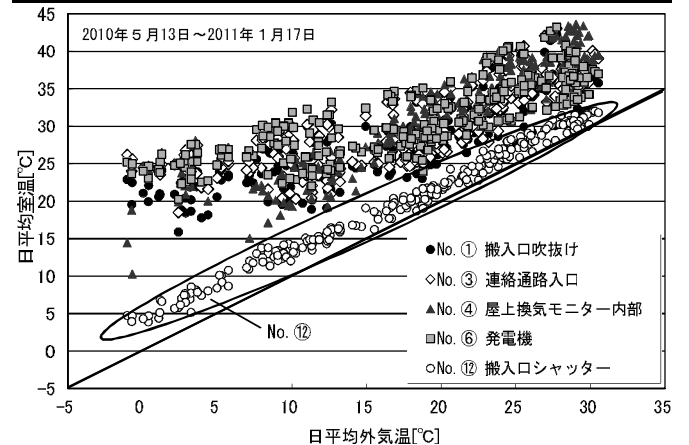


図2 代表的な測定点の日平均外気温と日平均室温の関係

として 10～44℃の範囲に入る。また、搬入口シャッター (No. ⑫) における日平均室温は 4～32℃となり、他の測定点に比較して低い。どの測定点でも外気温が上昇すると室温も上昇し、ばらつきが少なく相関が高い。測定点 No. ⑫を除きどの測定点でも日平均外気温に比較して約 6℃以上高くなっている。特に運転している発電機付近では日最高室温が 45.3℃、日平均室温が 40℃を超える日もあり労働環境としても劣悪である。

3.2 数値流体解析結果：図 3 に case3-1 及び case3-2 の搬入口中央部鉛直断面の解析結果を、図 4 に case3-1 及び case3-2 の 3 階床上 1.2m 水平断面の解析結果及び実測値を示す。解析値と実測値はよく一致している (図 4)。建屋内は高い位置の測定点ほど高温となる。搬入口吹抜け付近で最も温度が低く、搬入口から離れた場所ほど温度が高い。2号機蒸気タービン放熱面付近で相対的に温度は高く、通風時で約 45℃である。水ミスト噴霧時は通風時より建屋全体の温度が 5℃前後低下し、放熱面付近で約 40℃である。制御盤付近の温度は通風時で 36℃前後であるが、水ミスト

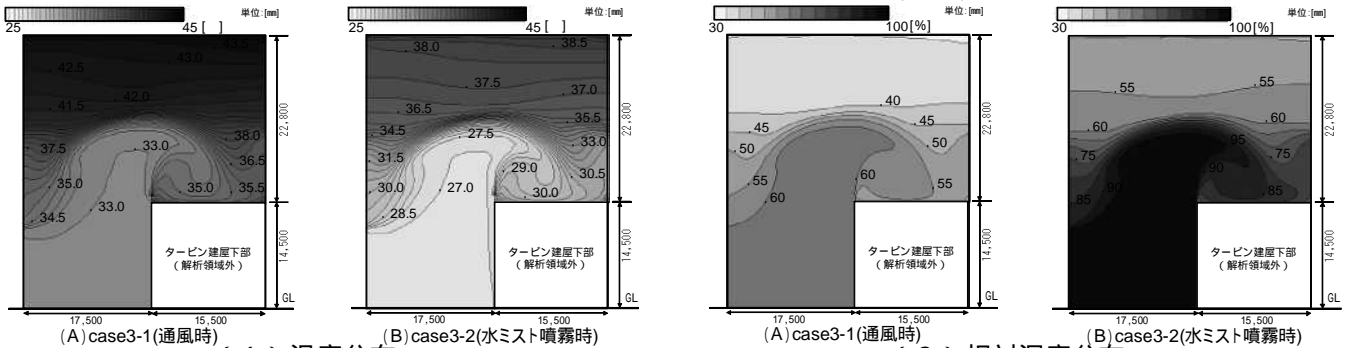
噴霧時では 30℃前後で外気温 (33℃) よりも低くなる。

相対湿度は、建屋内で高い位置の測定点ほど室温が高くなるため低くなる。搬入口吹抜け付近で最も湿度が高く、搬入口から離れた場所ほど湿度が低い。2号機蒸気タービン放熱面付近で相対的に湿度は低く、通風時で約 30%である。水ミスト噴霧時は通風時より建屋全体の湿度が 20%前後上昇し、放熱面付近で約 50%である。制御盤付近の湿度は通風時の 55%前後から水ミスト噴霧時で 80%前後となるが、電子機器への影響は少ないと考えられる。

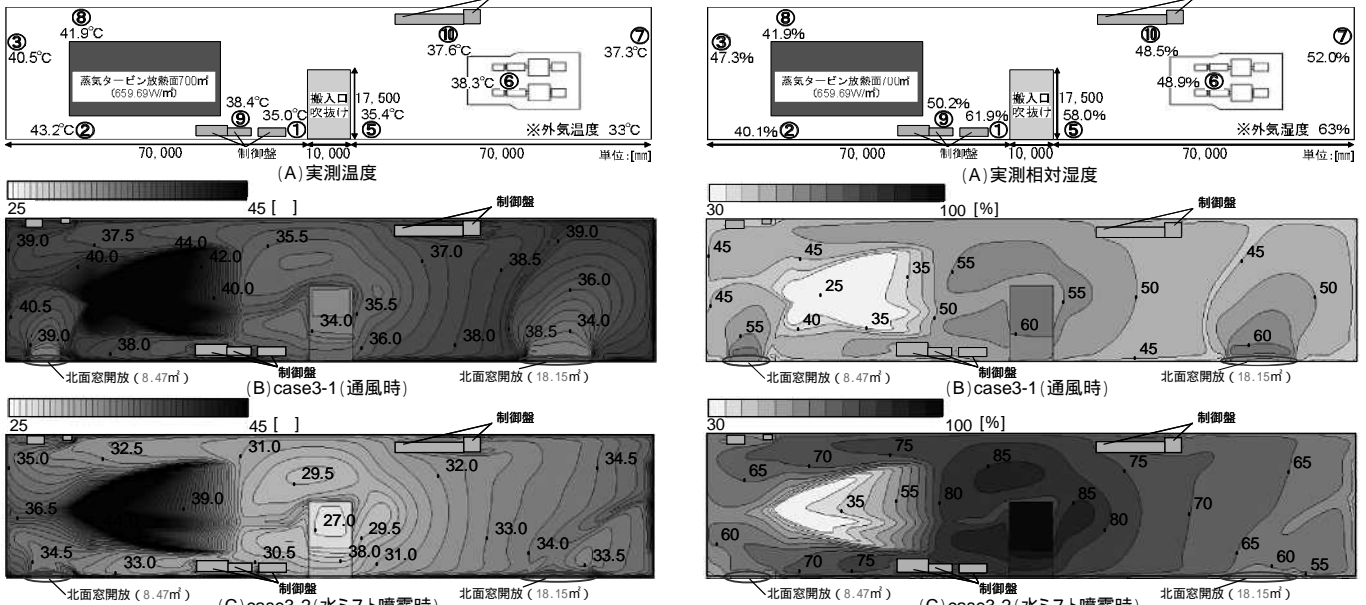
4 まとめ

- ① 実測の結果、どの測定点においても外気温の上昇に伴い室温も上昇する。
- ② 水ミスト噴霧により、通風時に比較して建屋全体の温度を 5℃程度低下させることが可能である。
- ③ 水ミスト噴霧により、通風時に比較して建屋全体の湿度が 20%前後上昇するが、制御盤付近での湿度は 80%前後であり電子機器への影響は少ない。

1 水ミスト噴霧：大規模空間や屋外など従来冷房することが困難な場所において、空气中に微小粒径の水滴 (ミスト) を噴霧し、蒸発潜熱を用いて気温を下降させる手法。



(1) 温度分布 (2) 相対湿度分布
図 3 case3-1 及び case3-2 の搬入口中央部鉛直断面の解析結果



(1) 温度分布 (2) 相対湿度分布
図 4 case3-1 及び case3-2 の 3 階床上 1.2m 水平断面の解析結果及び実測値