

近畿大学大学院 学生員○前田 剛宏

近畿大学理工学部 正員 江藤 剛治

近畿大学理工学部 正員 竹原 幸生

1. 目的 多くの地球環境問題の中でも最も注目を集めているものの1つとして温室効果ガスの増加による地球の温暖化があげられる。大気中の温暖化ガスの量は水域での気体収支が大きく影響しているといわれている。本研究では水表面の気体収支現象の素過程の1つとして考えられる風波に着目し、この風波による気体輸送現象を可視化計測し、そのメカニズムを明らかにすることを目的とする。本研究では準備段階として試作した風洞水槽の概要を紹介する。

2. 実験装置の概要 風洞水槽の特性および概観図(図-1参照)を以下に示す。

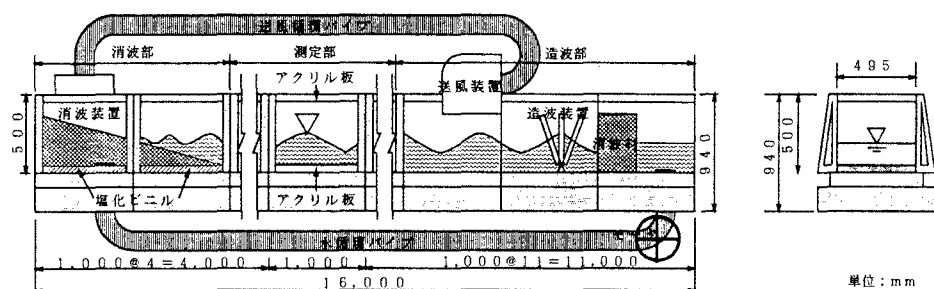


図-1 風洞水槽の側面図・断面図

- ①造波装置により造波された波が測定部を通過し末端の消波部で消波される。また、水の流れは水循環パイプを伝って再び造波装置下部のポンプにより循環が可能になる仕組みである。炭酸ガスについても消波部上部から送風循環パイプにより循環が可能な仕組みである。
- ②この装置全体は、最大2.5%まで勾配をつけることができる可変式勾配水槽である。
- ③水槽は透明アクリル張りで測定部(送風装置から8~9 m)には水槽底部にも透明アクリル板を使用している。これにより波や流れを3次元的に観察、計測することができる。
- ④装置内の造波板の振れ角、モータで周期を変えることにより様々な波をつくり出せる。
- ⑤送風装置のモータの周波数をインバータにより変化させることで水槽内に送り出す風量を調節できる。

3. 消波装置

概要 本実験を行うには一定の波を長時間必要とするため反射波はできるだけ小さい方がよい。反射率の目標数値を5%以内と設定し繰り返し検討をした。また、消波装置は実験装置の構造制限により3m以内でつくられるのが望ましい。最終的に決まった消波装置の全体図を図-2に示す。

- ①消波材は塩化ビニル製のニードフルマットを用いた。これは、繊維が不規則に特殊な層状で配列されたもので、透水性、耐水性、耐腐食性に優れているためである。

- ②消波材の傾斜をできるだけ小さくし勾配を10%とした。高さ30cm、底辺300cm、厚さ5.5cmの消波材を9枚敷き詰めた。

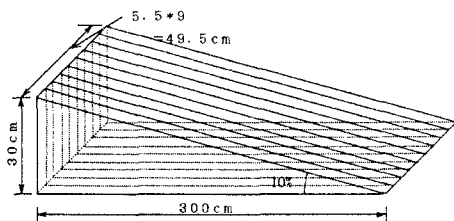


図-2 消波装置全体図

Takehiro MAEDA, Tkeharu ETOU, Kohsei TAKEHARA

実験内容および手順 消波装置の特性を調べるため容量式波高計を用いHealyの式により反射率を求めた。実験条件を水深20, 25cm, 周期1.0, 1.5sec, 造波板の振れ角を27, 38° の計8パターンで消波材先端から5cm間隔220cmにわたって波形を計測した。反射率の結果を表-1に示す。実験において反射率が5%に近い値をとった3パターンを選び再度実験を行った。この結果から全体では5%の目標数値よりもやや劣るが、波の条件を固定することで目標数値を達成することができる。

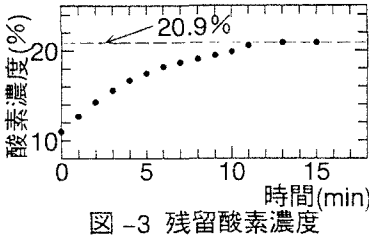
水深 (cm)	周期 (sec)	振れ角 (deg)	反射率 (%)	再実験 (%)
20	1.0	27	7.3	****
		38	7.7	****
	1.5	27	3.7	4.0
		38	7.1	****
25	1.0	27	6.1	****
		38	4.3	3.1
	1.5	27	5.3	5.0
		38	8.3	****
平均反射率 (%)			6.2	4.0

4. 風洞水槽の気密性 正確な炭酸ガスの溶入過程の可視化実験を行うためには、気密性のある風洞水槽が必要である。そのために風洞水槽を密閉し空気漏れを防ぐ努力をした。

- ①風洞装置上部にアクリル板の蓋をした。接合部にはゴムを敷き詰め空気漏れを防ぐ。
- ②送風パイプと水槽、送風パイプと送風装置のそれぞれの接合部をシリコンで接合しその上から塩化ビニルテープを貼る。

実験内容および手順 本実験では炭酸ガスの濃度を計測するが、あいにく炭酸ガス濃度計が手元になかったため、代替として酸素濃度計(商品名：残留酸素濃度計)で測ることにした。二酸化炭素を水槽内に入れることにより酸素が減少する。酸素計は通常は20.9%を示す。

水槽内に10cm水を溜め、ドライアイスを入れ、微風を吹き水槽内の全体の濃度を一様にしながら気化させる。完全に気化が終わるときの水槽内の酸素濃度を酸素濃度計により計測した。酸素濃度は10.0%まで下がった。開けておいたアクリル板を閉め風を吹かせる。濃度の移り変わりを図-3に示す。今回の実験は風速約5.9m/s(水深10.0cm)である。
結果 風を吹かせてから13分後には外気の濃度と同等になった。



問題点 気密性に関しての対処は初期段階であり、空気漏れの場合が特定できてない。考えられる場所として、水槽の蓋であるアクリル板とアクリル板の接合部と水槽上部との接点、送風装置とパイプとの接合部があげられる。

5. 送風装置の特性実験(水槽内での風速とインバータの周波数の関係)

実験内容及び手順 送風装置のモータの周波数を30, 60Hzと変化させ、その時の風速を高速ビデオで撮影し解析する。撮影は風洞水槽測定部で行う。実験結果を表-2に、実験手順を以下に示す。

- ①風洞水槽に水深10cmの水を溜め、水中にトレーサとしてドライアイスを入れ白煙を発生させる。
- ②白煙の部分にアルゴンイオンレーザをスリットを用いシート状に広げ照射する。
- ③高速ビデオカメラで白煙を撮影し解析する。
- ④水表面から約15cm上、水槽の中心部分の白煙を解析ポイントとする。
- ⑤高速ビデオカメラで白煙の移動距離を計測し風速を求める。
- ⑥(水槽断面積×風速)=一定より各水深の風速が求まる。

結果 水深10cmでは最大6.0m/s(水深25cmで10.0m/s)の風速となった。

表 -2 風速(m/s)

水深 (cm)	周波数 (Hz)	風速 (m/s)	平均風速 (m/s)
10	30	3.1, 3.0, 3.0, 2.8	3.0 ± 0.212
		3.2, 3.4, 2.7, 2.7	
		2.9, 3.1	
	60	5.4, 5.3, 6.4, 5.6	5.9 ± 0.439
		6.3, 5.5, 6.0, 5.8	
		6.7, 5.9	

6. 波の特性実験(条件変化による波の特性)

実験内容および手順 実験装置内で起こる波の特性を調べるため風で起こした波、造波板で起こした波、風と造波板で起こした波について実際に波を起こし、それぞれの波の特性を調べた。水深は25cm, 造波板の振れ角を38°, 周期を1.5secとした。風速については、送風装置のモータの周波数を30, 60Hz(水深25cmで約6.0, 10.0m/sec), 吹送距離を4.6, 8mとしCCDビデオカメラにより撮影をおこない波高, 波長, 波速, 周期の変化を調べた。吹送時間は風を吹かしはじめて1分後から1分間とした。

特性 当日VTRで説明します。