Literature cited

- 1) Armstrong, W.D. and R.M. Wood: *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, **39**, 65 (1961)
- 2) Baber, M.F. and J.A. Gerster: *A. I. Ch. E. Journal*, **8**, 407 (1962)
- 3) Distefano, G.P., May, F.P. and C.E. Huckaba: *A. I. Ch. E. Journal*, **13**, 125 (1967)
- 4) Gerster, J.A., Lyben, W.L. and V.S. Verneuil: *A. I. Ch. E. Journal*, **10**, 357 (1964)
- 5) Haagenzen, A.J. and F.P. Lees: *Chem. Eng. Sci.*, **21**, 77 (1966)
- 6) Huckaba, C.E., May, F.P. and F.R. Frank: *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.*, **57**, 38 (1963)
- 7) Kagaku-Kōgaku Binran, 3rd edition, Table 1-32 (Maruzen, Tokyo)
- 8) Kato, Y.: *Trans. Soc. Instru. Contr. Engrs.*, **3**, 83 (1967)
- 9) Lamb, D.E., Pigford, R.L. and D.W.T. Rippin: *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.*, **57**, 132 (1961)
- 10) Luyben, W.E. and J.A. Gerster: *Ind. Eng. Chem., Process Design and Develop.*, **3**, 374 (1964)
- 11) Morinaga, T.: *Keisoku-to-Seigyo*, **1**, 300 (1962)
- 12) Morinaga, T.: *ibid.*, **1**, 372 (1962)
- 13) Peiser, A.M. and S.S. Grover: *Chem. Eng. Progr.*, **58**, 65 (1962)
- 14) Rosenbrock, H.H.: *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, **40**, 35 (1962)
- 15) Shiotsuka, T., Arakawa, H. and A. Murakami: *Kagaku Kōgaku*, **33**, 800 (1969)
- 16) Shiotsuka, T. and H. Arakawa: *Kagaku Kōgaku*, **33**, 1028 (1969)
- 17) Takamatsu, T.: *Kagaku Kōgaku (Chem. Eng., Japan)*, **27**, 932 (1964)
- 18) Tetlow, N.J., Groves, D.M. and C.D. Holland: *A. I. Ch. E. Journal*, **13**, 476 (1967)

化学工学データ

メタノール・エタノール・水・塩化カルシウム系

の気液平衡データ*

大江 修 造**・横 山 公 彦**
中 村 正 一**

石川島播磨重工業(株)技術研究所

緒 言

2成分系溶液に対する塩効果については、これまで相当の報告がなされている¹⁾。筆者らも先にアセトン・メタノール系²⁾、イソプロパノール・水系³⁾、メタノール・酢酸エチル系⁴⁾、メタノール・エタノール系⁵⁾に対する塩効果につき報告した。3成分系溶液に対する塩効果の報告は見あたらない。そこで、標記の3成分系に対する塩効果を測定したので報告する。

1. 実験装置および方法

使用した平衡蒸留器、実験方法および分析方法などは

* <Vapor-Liquid Equilibrium Data of Methanol-Ethanol-Water-Calcium Chloride System>
Received on March 17, 1970

化学工学協会(昭和44年4月、於東京)にて研究発表

** Shuzo Ohe, Kimihiko Yokoyama, Shoichi Nakamura (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd., Yokohama, Japan)

前報⁷⁾と同じである。

2. 実験結果および考察

2-1 実験結果

測定値を Table 1, 2 に、気液平衡曲線と沸点曲線を Figs. 1, 2 に示した。塩化カルシウム以外の成分の組成は salt free のモル分率で示し、塩濃度は全量に対する重量%で表示した。塩化カルシウムを 16.7 wt % (全液組成範囲で溶解する濃度) および室温 (25±3°C) で飽和溶解させた場合につき測定した。塩化カルシウムを添加するとメタノールのエタノールに対する相対揮発度は減少するが、その程度は水および塩化カルシウムの濃度の増大に対応している。Fig. 1 においてメタノール・水・塩化カルシウム系の気液平衡関係は吉田ら⁸⁾の報告した関係式

$$\log \frac{a_2}{a} = 4.77 N \quad (1)$$

Fig. 1 Vapor-liquid equilibria for methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (16.7 wt %) system at salt free basis under 1 atm.

Fig. 2 Vapor-liquid equilibria for methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (saturated) system at salt free basis under 1 atm.

により求めた。Fig. 1 においてエタノール・水・塩化カルシウム系の気液平衡関係は橋谷⁹⁾の報告した関係式

$$\log \frac{\alpha_2}{\alpha} = 1.3N + 0.34$$

により求めた。メタノール・エタノール・塩化カルシウム系は筆者らの実測値⁷⁾を用いた。メタノール・エタノールに注目した x - y 曲線およびエタノール・水に注目した x - y 曲線をそれぞれ水、メタノールをパラメータとして Figs. 3, 4, 5, 6 に示した。Fig. 4 でメタノールのエタノールに対する相対揮発度は 1 より小さい。Figs. 5, 6 でエタノール (2) の水 (3) に対する相対揮発度はすべて 1 より大きいことがわかるから、エタノール・水系のみを考慮した場合の「共沸」は消滅している。

Fig. 3 Vapor-liquid equilibria for methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (16.7 wt %) system at salt free basis under 1 atm.

Fig. 4 Vapor-liquid equilibria for methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (saturated) system at salt free basis under 1 atm.

Fig. 5 Vapor-liquid equilibria for methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (16.7 wt %) system at salt free basis under 1 atm.

Table 1 Vapor-liquid equilibrium data of methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (16.7wt%) system under 1atm.

x_1	x_2	y_1	y_2	$t[^\circ\text{C}]$
0.051	0.850	0.065	0.897	81.2
0.063	0.043	0.269	0.281	85.3
0.073	0.152	0.176	0.484	81.2
0.099	0.398	0.146	0.567	80.0
0.142	0.091	0.349	0.354	80.4
0.149	0.750	0.170	0.783	80.2
0.200	0.299	0.305	0.495	78.8
0.206	0.429	0.262	0.541	79.3
0.209	0.048	0.541	0.199	79.6
0.221	0.681	0.244	0.718	78.7
0.246	0.171	0.417	0.351	78.3
0.387	0.269	0.517	0.347	76.6
0.400	0.500	0.424	0.523	76.7
0.499	0.397	0.581	0.377	74.9
0.542	0.377	0.553	0.388	74.9
0.543	0.377	0.335	0.626	77.7
0.548	0.127	0.728	0.155	74.3
0.600	0.299	0.685	0.273	74.1
0.698	0.199	0.704	0.247	73.0
0.100	0.700	0.123	0.799	80.8
0.200	0.600	0.235	0.686	79.0
0.300	0.198	0.497	0.319	77.2
0.300	0.500	0.357	0.563	78.5
0.400	0.400	0.491	0.435	76.2
0.500	0.300	0.586	0.335	75.1
0.600	0.200	0.725	0.194	73.7
0.700	0.100	0.830	0.099	72.2
0.800	0.100	0.880	0.083	71.4
0.100	0.600	0.128	0.747	80.8
0.300	0.400	0.392	0.505	77.4
0.500	0.200	0.659	0.232	74.9
0.600	0.100	0.793	0.101	75.0
0.100	0.500	0.135	0.705	80.6
0.300	0.300	0.495	0.416	77.7
0.400	0.200	0.556	0.290	76.4
0.500	0.100	0.731	0.133	74.4
0.300	0.200	0.484	0.329	77.1
0.100	0.300	0.178	0.584	79.9
0.300	0.100	0.541	0.209	77.3

Table 2 Vapor-liquid equilibrium data of methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (saturated) system under 1atm.

x_1	x_2	y_1	y_2	$t[^\circ\text{C}]$	CaCl ₂ [wt %]
0.051	0.850	0.049	0.951	83.9	20.6
0.062	0.043	0.227	0.545	101.7	56.1
0.073	0.151	0.135	0.685	91.7	50.0
0.099	0.398	0.119	0.744	87.7	35.9
0.100	0.100	0.229	0.582	93.7	47.9
0.100	0.200	0.639	0.172	88.4	37.5
0.100	0.300	0.130	0.714	89.4	39.0
0.100	0.500	0.234	0.550	94.0	30.6
0.100	0.600	0.105	0.790	86.2	27.5
0.100	0.700	0.116	0.810	84.4	20.6
0.142	0.099	0.296	0.508	93.6	47.9
0.200	0.100	0.400	0.429	92.0	40.5
0.200	0.299	0.231	0.639	90.3	44.4
0.200	0.600	0.196	0.727	83.2	24.2
0.206	0.428	0.224	0.671	88.2	37.5
0.209	0.048	0.528	0.267	91.4	45.7
0.221	0.680	0.230	0.737	83.7	26.5
0.226	0.103	0.422	0.398	90.6	44.4
0.246	0.171	0.397	0.483	90.5	45.7
0.295	0.052	0.628	0.219	92.4	47.9
0.296	0.616	0.274	0.686	83.0	23.1
0.300	0.100	0.521	0.342	92.1	40.5
0.300	0.198	0.416	0.432	85.3	35.9
0.300	0.400	0.336	0.563	84.6	31.5
0.300	0.500	0.301	0.619	83.4	24.2
0.336	0.486	0.338	0.595	86.2	34.2
0.387	0.269	0.489	0.420	84.2	34.2
0.400	0.200	0.535	0.333	82.8	34.2
0.400	0.400	0.423	0.495	82.3	28.6
0.400	0.500	0.401	0.562	81.3	27.5
0.499	0.397	0.489	0.476	82.5	32.4
0.500	0.100	0.678	0.205	86.0	40.5
0.500	0.200	0.598	0.305	81.9	33.3
0.500	0.300	0.541	0.400	81.6	30.6
0.523	0.347	0.608	0.379	79.1	23.1
0.543	0.377	0.530	0.429	82.2	28.6
0.548	0.127	0.697	0.197	84.0	35.9
0.573	0.277	0.615	0.338	86.9	15.3
0.600	0.100	0.590	0.150	83.3	37.5
0.600	0.200	0.660	0.272	81.6	34.2
0.600	0.300	0.619	0.337	78.9	27.5
0.700	0.100	0.820	0.139	79.3	28.6
0.700	0.200	0.707	0.238	81.5	34.2
0.800	0.100	0.848	0.110	77.2	30.6

Fig. 6 Vapor-liquid equilibria for methanol (1)-ethanol (2)-water (3)-calcium chloride (saturated) system at salt free basis under 1atm.

2.2 考 察

メタノール・エタノール・水の3成分系には、3成分系共沸点は存在しないので²⁾、この3成分系を蒸留した

場合、蒸留塔の塔頂からはメタノールが、塔底からはエタノール・水の2成分系が得られる。エタノール・水は共沸点を有するのでベンゼンなどをエントレーナーとする共沸蒸留によらなければ分離不可能である。一方、メタノール・エタノール・水の3成分系に塩化カルシウムを添加して抽出蒸留を行なえば、塔頂からはエタノール、塔底からはメタノール・水・塩化カルシウムの3成分系が得られる。メタノール・水・塩化カルシウム系からのメタノールの回収は通常の蒸留により可能である。したがって塩化カルシウムを添加剤とした抽出蒸留によりメタノールとエタノールの回収が可能となる。なんらかの原因により、運転に際し塩化カルシウムが塔内に析出した場合には、一時運転を中止して溶解性の高い温水によって析出した塩化カルシウムを除去する必要がある。

結 語

メタノール・エタノール・水系に塩化カルシウムを 16.7 wt % および飽和（室温）に溶解させた場合の気液平衡を大気圧下で測定し気液平衡曲線を得た。塩効果に

よりメタノールのエタノールに対する相対揮発度は減少し、エタノールの水に対する相対揮発度は増加することがわかった。塩化カルシウムの添加により、メタノール・エタノール・水系からメタノールとエタノールを抽出蒸留で分離できることがわかった。

Nomenclature

N = mole fraction of salt in liquid phase
 x = mole fraction of volatile component in liquid phase (salt free basis)
 y = mole fraction of volatile component in vapor phase (salt free basis)
 α = relative volatility of binary mixture
 α_s = relative volatility of binary mixture containing

salt

Subscripts

1 = methanol
 2 = ethanol
 3 = water

Literature cited

- 1) Ciparis, J.N.: "Data of Salt Effect in Vapor-Liquid Equilibrium" Lithuanian Agricultural Academy, USSR, Kaunas, (1966)
- 2) Griswold, J. & J. A. Dinwiddle: *Ind. Eng. Chem.*, **34**, 1188 (1942)
- 3) Hashitani, M., M. Hirata & Y. Hirose: *Kagaku Kōgaku*, **32**, 182 (1968)
- 4) Ohe, S., K. Yokoyama & S. Nakamura: *J. Chem. Eng. Japan*, **2**, 1 (1969)
- 5) Ohe, S., K. Yokoyama & S. Nakamura: *Kogyo Kagaku Zasshi*, **72**, 313 (1969)
- 6) Ohe, S., K. Yokoyama & S. Nakamura: Annual Meeting of Soc. Chem. Eng. (Japan), April (1968)
- 7) Ohe, S., K. Yokoyama & S. Nakamura: *Kagaku Kōgaku*, **34**, 325 (1970)
- 8) Yoshida, F., A. Yasunishi & Y. Hamada: *Kagaku Kōgaku*, **28**, 133 (1964)

酢酸+水+ベンゼン系および酢酸+水+トルエン系の液液平衡*

井 口 昭 洋***・布 施 憲 司**

東京工業大学工学部 化学工学科**

緒 言

酢酸+水+ベンゼン系および酢酸+水+トルエン系の液液平衡の測定を行ない、25°Cにおける溶解度曲線とタイラインのデータを得た。すでに測定したシクロヘキサンまたは*n*-ヘキサンとの系の結果²⁾と合わせて、酢酸+水+炭化水素系の溶解平衡について報告する。

実 験 結 果

溶解度は白濁法によって求めた。試薬は市販の特級品（純度 99 wt % 以上）を使用した。実験温度は 25.0 ± 0.1°C である。

どちらの系も白濁状態が安定であり、ベンゼンをふくむ系ではベンゼン 5 wt % まで、トルエンの系では 9 wt % まで白濁状態がみとめられ、それ以下の濃度では層が分離する。このように白濁しやすい系では溶解度データのばらつきがすくない。酢酸とベンゼンまたはトルエンとの均一溶液に水を滴下していった得られる曲線と、酢酸水溶液にベンゼンまたはトルエンを滴下していった得られる曲線とはよく重なり合った。

* <Liquid-Liquid Equilibria of the Systems Acetic acid + Water + Benzene and Acetic acid + Water + Toluene>
 Received on May 9, 1970

** Kensi Fuse (Dept. of Chem. Eng., Tokyo Inst. of Tech., Tokyo)

*** Akihiro Iguchi (武蔵工業大学工学部 Faculty of Eng., Musashi Inst. Tech., Tokyo)

液中を上昇する単一気泡の運動 (柘植秀樹・日比野真一, 化学工学, 35, 65~71 (1971))

液中を上昇する楕円体状空気泡の上昇速度, 上昇経路の変動周期, および振巾, 長軸と水平軸とのなす角度の変動周期, 径比を測定し, 上昇経路変動の周期と, 振巾は, 気泡の発生方法や汚染系, 精製系にかかわらず, 無次元群で整理できることを見いだした。さらに経路変動の周期と角度変動の周期はほぼ一致し, 径比変動周期がそれらの約1/2に相当することと, それらの位相差を考慮し, 液中を上昇する気泡の簡単な2次元モデルを提出した。

浮遊粒子層内における粒子の相対運動について (宮内照勝・山田健夫, 化学工学, 35, 71~77 (1971))

拡散や反応操作における粒子・流体接触の基礎として浮遊粒子層内を運動するトレーサ粒子 (層粒子とは異なった粒径をもつ) の挙動を実験的に研究した。実験結果によれば層内でのトレーサ粒子のスリップ速度を与える関数 ϕ (Eq. (10) で定義される量) は粒子レイノルズ数が20~500の範囲では層の空間率のみの関数となり, それ以下では粒子レイノルズ数と空間率との関数となった (Fig. 5, 6)。また関数 ϕ は混合粒子の沈降速度をよく表現できることが判明した。

液滴—連続相液体間における連続相側物質移動速度 (城塚正・平田彰, 化学工学, 35, 78~84 (1971))

界面流動を伴う平面接触における著者らの既発表の理論解析を液滴から連続相側への物質移動速度に拡張展開した。さらに液滴の界面速度の推算のために広範囲な物性値および Re_c 数に対する近似表示式を得た。既往の実験結果を界面速度を含む項で再整理し, 本理論解析の結果と比較したところきわめてよく一致し, 固体球に関する実測値と同程度の精度で, かつ同一座標軸系で統一的に関連することができた。界面速度は今後の物質移動機構の研究においてきわめて重要な因子となることを指摘した。

自由上昇下にある液滴を通しての物質移動機構—分散相側物質移動速度について— (原田 誠・江口 弥, 化学工学, 35, 85~91 (1971))

トルエン滴—水系, n -ブタノール滴—水系における分散相側物質移動機構と液滴の挙動との関係を実験的に検討した。液滴径の小さい範囲では, 液滴内部に存在する循環流や乱れによる滴内混合状態によって物質移動速度は律せられる。振動現象を伴って上昇する液滴については, 滴内混合が激しい場合, 分散・連続両相の物質移動係数とも同一の相関式で表わされ, 物質移動抵抗は振動現象により律せられる。以上の結果を基にして, 滴内混合の緩慢な状態から激しい状態に至る広範囲の物質移動速度を滴内混合の補正パラメータを用いて定量化した。また, 振動液滴については, 一般比浸透理論を用いた Angelo の式と界面更新説に立脚した物質移動係数の式とを比較し, 見掛上 Angelo の式が実測値をよく表現することを確認した。

湿式分級について—循環流型多段湿式分級装置の研究開発— (吉野善弥・三次隆・村松豊司・可知崇好・吉田靖・岡島裕明・野島正一・神吉純一, 化学工学, 35, 91~98 (1971))

1) 湿式分級に関する基礎的考察を行ない, 分級過程における粒子分別機構とくにその部分分級効率や粒子回収量などに関する一般的关系式を導いた。2) 回分湿式分級試験などを行なって, 粒子分別効果に影響を及ぼす因子として, 粒子濃度補正係数や粒子分別係数などに関する実験式を求めた。3) 連続湿式分級に関する基礎的考察を行ない, 連続湿式分級過程における粒子分別効果に対する槽内流動の影響ならびに沈降粒子群に同伴される粒子量の影響などに関する一般的关系式を導いた。4) 上記一連の結果などにもとづき連続湿式分級試験を行ない, とくに分級槽本体外周壁に中間沈降槽を設置した循環流型多段湿式分級試験装置を試作して連続実験を行なった結果, 比較的に分級精度の高い生成物が, 中間沈降槽の設置数ならびに操作条件に応じて得られることが明らかになった。

多孔板ガス吸収塔の流量変動による動特性—非定常流動特性の影響— (城塚 正・荒川秀夫, 化学工学, 35, 98~104 (1971))

気液接触多孔板塔の液およびガス流量変動による動特性解析の実験を空気(CO₂)—水(NaOH)でおこなった。液濃度応答の測定結果と非定常流動モデルを繰込んだ動特性モデルとを比較検討した。塔の構造因子 (開孔比等) のちがいでによって, ガス流量変動による応答が逆転する場合があることがわかった。その原因は段上液の溢流管への逆流現象の有無大小によると思われる。また一段当りの吸収速度が大きな塔ほど流量変動の影響が大きくなる。流動の時定数と物質移動の時定数とを比較した結果, 前者は無視できないと思われる。

<化学工学データ>

メタノール・エタノール・水・塩化カルシウム系の気液平衡データ (大江修造・横山公彦・中村正一, 化学工学, 35, 104~107 (1971))

メタノール・エタノール・水系に塩化カルシウムを16.7 wt%と飽和 (室温) に溶解させた場合の気液平衡を大気圧下で測定し, 気液平衡曲線を得た。塩化カルシウムの添加によりメタノールのエタノールに対する相対揮発度は減少するがエタノールの水に対する相対揮発度は増大している。

酢酸+水+ベンゼン系および酢酸+水+トルエン系の液液平衡 (井口昭洋・布施恵司, 化学工学, 35, 107~110 (1971))

酢酸+水+ベンゼン系および酢酸+水+トルエン系の25°Cの液液平衡を測定し, 溶解度曲線とタイ・ラインのデータを得た。プレイトポイントを

$$\log x_w : (y_w - x_w) / x_w$$

の相関関係を利用して求めた。ここで, x_w は炭化水素相内の酢酸重量分率で, y_w は水相内の酢酸重量分率である。

酢酸+水+炭化水素系のプレイトポイントにおける酸の濃度と各炭化水素の水への溶解度との間にはつぎのように定性的な関係が見られる。

	溶解度	酸濃度
n -ヘキサン	0.11	0.470
シクロヘキサン	0.08	0.510
ベンゼン	0.06	0.526
トルエン	0.05	0.567

石油系炭化水素の気液平衡関係について (道下次男・荒井康彦・斎藤正三郎, 化学工学, 35, 111~116 (1971))

石油系炭化水素の気液平衡関係を9つの二成分系, および, 2つの三成分系について, 大気圧下で測定した。これらの実測値により Wilson 式の定数を決定し, これらの定数が三成分系の気液平衡の推算に有効であることを確めた。さらに BWR 式によるこれらの系の気液平衡の推算を試みた。

<技術報告>

溢流部のない棚 (漏れ棚) 上におけるガス (蒸気) の上限速度 (内山久・平尾一成・米野直彦, 化学工学, 35, 116~122 (1971))

著者らの実験データとソ連文献値を用いて堰と溢流部のない棚段塔中における安定作業域のガス (蒸気) の上限速度を求める計算式を得た。棚は (a) 開孔比 $F_0 \geq 0.16$ の多孔板棚, (b) 格子棚と $F_0 < 0.16$ の多孔板棚の2群に分類し, 各群に対して ρ_g / ρ_l の範囲に応じて各々2つの計算式を得た。これらの式は広い物性, 作業条件, 幾何学的因子の範囲にわたって適用され, 既往の式よりも精度が高い。

<寄 書>

気泡—連続相液体間における連続相側物質移動速度 (城塚正・平田彰, 化学工学, 35, 123~124 (1971))

著者らの前報の理論解析を気泡からの連続相側物質移動に拡張適用した。単一気泡に関する Redfield-Houghton および Calderbank-Lochiel, さらに気泡攪拌槽に関する Calderbank-Moo-Young の実験結果と比較した結果, これらのデータをよく説明することができた。今後異相接触界面における物質移動機構を研究するには界面速度を考慮した上でなされなければならないことが指摘される。

Liquid-Liquid Equilibria of the Systems Acetic Acid+Water+Benzene and Acetic Acid+Water+Toluene, A. Iguchi (Musashi Inst. of Tech.) and K. Fuse (Tokyo Inst. of Tech.)

Kagaku Kōgaku, 35, 107~110 (1971)

Solubility curve and tie-lines were determined for the systems acetic acid+water+benzene and acetic acid+water+toluene at 25°C.

The concentration of acetic acid at plait point was obtained from extrapolation of the following correlation line,

$$\log x_w \text{ vs. } (y_w - x_w)/x_w$$

where x_w is acid concentration (wt. fraction) in hydrocarbon layer and y_w is acid concentration (wt. fraction) in water layer.

For the acetic acid+water+hydrocarbon systems, it seems there is a qualitative relation between concentration of acid at plait point and solubility of hydrocarbon in pure water as follows:

	solubility*	wt. fraction
n-hexane	0.11	0.470
cyclohexane	0.08	0.510
benzene	0.06	0.526
toluene	0.05	0.567

* (g/100 g H₂O)

Vapor-Liquid Equilibria of Hydrocarbons at Atmospheric Pressure, T. Michishita, Y. Arai and S. Saito (Tohoku Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 111~116 (1971)

Vapor-liquid equilibrium data of nine binaries and two ternaries of hydrocarbons were obtained at atmospheric pressure. By using these data, the binary-interaction parameters of Wilson equation were determined and these parameters were shown to be capable of predicting vapor-liquid equilibria of ternary systems.

The prediction of vapor-liquid equilibria by BWR equation were also attempted for these systems.

<Technical Report>

Maximum Permissible Gas (Vapor) Velocity in Plate Tower without Downcomer, H. Uchiyama, K. Hirao and N. Meno (Shizuoka Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 116~122 (1971)

Using our experimental data and Soviet literature data, we obtained the experimental equations for the maximum allowable gas (vapor) velocity (U_{gm}) in plate tower without downcomer.

Classifying the plates in two groups: (a) perforated plates ($F_o \geq 0.16$), (b) grid plates and perforated plates ($F_o < 0.16$), we derived the calculating formula for each group.

For (a) group, two equations are obtained for the ranges of $\rho_g/\rho_l \times 10^3 \leq 0.838$ and ≥ 0.838 (error $\pm 13\%$), and also for (b) group, two equations are obtained for the range of $\rho_g/\rho_l \times 10^3 \geq 1.20$ and ≤ 1.20 (error $\pm 15\%$).

<Short Communication>

Continuous Mass Transfer from Bubbles in Gas-Liquid System, T. Shiotsuka and A. Hirata (Waseda Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 123~124 (1971)

This study deals with the continuous phase mass transfer from bubbles and a further application of the mass transfer theory counted with flowing interface which the authors previously reported.

The theoretical results agrees favorably with the experimental results by Redfield-Houghton and by Calderbank-Lochiel on the continuous phase mass transfer rate from single bubbles, and with the data by Calderbank-Moo-Young on the continuous phase mass transfer from bubbles in aerated mixing vessels.

The above comparisons suggests that the future study of interphase mass transfer should pay particular attention to the interfacial velocity.

Mechanism of Mass-transfer through a Drop of Free Rise—on the Mass-Transfer Rate inside a Drop—, M. Harada and W. Eguchi (Kyoto Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 85~91 (1971)

The relation between drop behavior and mass-transfer inside a drop was experimentally clarified, using the systems of toluene drop-water and n-butanol drop-water. In the range of drops with small diameter, mass-transfer rate is controlled by the degree of mixing inside a drop caused by circulation flow and turbulence. For the drop accompanied with oscillation, mass-transfer coefficients both for continuous and dispersed phases are correlated by a same equation and mass-transfer resistance is controlled by oscillation.

Based on the above experimental results, a model was proposed, which express mass-transfer rate through a drop in states from mild to violent mixing inside the drop. For oscillating drops, the empirical equation for mass-transfer coefficient was compared with Angelos' generalized penetration model and the equation derived on surface renewal model. It was clarified that Angelos' equation explains well the observed results, apparently.

Studies on Wet-Classification, Z. Yoshino, T. Mitsugi, T. Muramatsu, T. Kaji, Y. Yoshida, H. Okajima, S. Nojima and J. Kanki (Tokyo Univ. of Agricul. & Tech.)

Kagaku Kōgaku, 35, 91~98 (1971)

The mechanism of size separation in the wet classifier was studied fundamentally, and the effects of solid content and/or particle size distribution in the feed suspensions and the flow pattern in the continuous classifier on the classification efficiency such as partial classification efficiency and/or solid removal percent.

Based on the above considerations and experimental results, we have developed the high efficiency classifier as "Multi-recirculation-wet classifier".

Dynamics of Perforated Plate Gas Absorption Column with Gas and Liquid Flow Change—Effect of Unsteady State Liquid Hold-Up Characteristics—, T. Shiotsuka and H. Arakawa (Waseda Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 98~104 (1971)

The experimental transient responses obtained on a 3-in.i.d. five plate absorption column operating with the system air-carbon dioxide-water-sodium carbonate. The theoretical model which contain unsteady state hydraulics is given for unsteady state behaviour of a plate gas absorption column and theoretical transient responses are derived. The experimental responses are good agreement with theoretical responses.

The first, the patterns of the responses are influenced by the structure factors such as a free area and this phenomena shows a residence of the backward flow for step increase in gas flow rate. The second, the greater absorption rate, gas and liquid flow change more influence upon the dynamics. The third, the time constants of hydraulics are not negligible small compared with mass-transfer time constants.

<Chemical Engineering Data>

Vapor-Liquid Equilibrium Data of Methanol-Ethanol-Water-Calcium Chloride System, S. Ohe, K. Yokoyama and S. Nakamura (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.)

Kagaku Kōgaku, 35, 104~107 (1971)

Salt effect in vapor-liquid equilibria was studied on methanol-ethanol-water system with calcium chloride (16.7 wt.% and saturation at room temperature) at atmospheric pressure. Relative volatility of methanol to ethanol decreases, but that of ethanol to water increases by calcium chloride.

The Motion of Single Gas Bubbles Rising in Various Liquids, H. Tsuge and S. Hibino (Keio Gijuku Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 65~71 (1971)

The terminal velocity and the variation of the path and the shape of ellipsoidal single air bubbles rising in eleven liquids of low-viscosity were measured.

The path of a single bubble was zig-zag in many cases, but in purified water and in some organic liquids it was spiral when the diameter of the bubble was small. The period and the amplitude of the zig-zag and spiral motion of the path was correlated as a relation between dimensionless groups, irrespective of the modes of the motion.

The period of the variation of the shape which was measured as the ratio of the major and the minor axes of a bubble was approximately half as that of the variation of the path.

The period of the variation of the angle between the major axis of the bubble and the horizontal axis was also measured and just the same as that of the path, but the phase difference existed between these two variations.

Taking into considerations above experimental results, the two-dimensional models of rising in low-viscosity liquids were proposed.

Relative Movement of Particles in the Swarm of Them, T. Miyauchi and T. Yamada (Univ. of Tokyo)

Kagaku Kōgaku, 35, 71~77 (1971)

To know the fundamental aspects of particle-fluid contacting operations, the relative movement of a tracer particle in the swarm of bed particles has been investigated experimentally by using a liquid fluidized bed, where the tracer particle has a size different from that of bed particles. The quantity ϕ as defined by Eq. (10) to give the slip velocity of the tracer particle is found a sole function of void fraction of the bed when the particle Reynolds number is in the range of 20~500. For lower Reynolds number ϕ varies with both of the Reynolds number and the void fraction. The quantity ϕ is also shown to give a good description for the relative rate of settling of particles with mixed particle sizes.

Continuous Phase Mass Transfer from Single Drops in Liquid-Liquid System, T. Shiotsuka and A. Hirata (Waseda Univ.)

Kagaku Kōgaku, 35, 78~84 (1971)

The author previously reported an analytical theory for mass transfer through a laminar boundary layer on a flat plate with flowing interface. The present paper discusses the application of the theory to continuous phase mass transfer from single drops. In addition, the approximate equation to evaluate the interfacial velocity of the drops is derived for a wide range of physical properties and Reynolds number.

The existing data for continuous phase mass transfer from single drops is rearranged and compared with the theoretical results. It is found that the existing data agree well with the theoretical results and is well correlated as a reasonable additional function of the interfacial velocity with the same degree of accuracy as that of the data for single solid spheres.

The results should yield much useful information for future studies of interfacial mass transfer.