

第五章 預測過濾係數的經驗方程式

在與膠體過濾實驗結果的比較部份，本章分為兩部份依序討論。首先針對 Chang & Chan (2008)，在 2008 年所發表的預測過濾係數經驗式進行比較，由於在小粒徑($d_p < 1.0 \mu\text{m}$)和高電解質濃度梯度時，他們的經驗式均無法準確的預測值，故在本論文中，將再添加擴散泳速度項，加以修正。其次為了驗證本論文經驗式的準確度，將分別討論與 Elmielch & O'Melia(1990)、Elmielch (1992)、Bai & Tien(1999)的實驗結果進行比較。

5-1 理論模擬結果與過濾係數經驗式的比較

在(Chang & Chan, 2008)所提及的過濾係數與前述的有所不同，可表示如下

$$a = \frac{h_o}{h_{os}} \quad (5.1)$$

其中， h_o 為表示依據 DLVO 理論能障下，膠體粒子與收集器的表面之間有電荷排斥力時的吸附效率； h_{os} 為表示當電解質濃度很高時，膠體粒子與收集器的表面之間沒有電荷排斥力時的吸附效率。

Chang & Chan, 2008, 當膠體進行吸附時，所考慮的吸附作用力

包含了布朗運動、DLVO 理論能障、重力和流體拖曳力，他們將過濾係數

() 經驗式表示為：

$$\begin{aligned}
 \mathbf{a} &= \mathbf{a}_{DLVO} + \mathbf{a}_D + \mathbf{a}_I + \mathbf{a}_G \\
 &= 0.024 N_{DL}^{0.969} N_{E1}^{-0.423} N_{E2}^{2.88} N_{LO}^{1.5} + 3.176 A_S^{1/3} N_R^{-0.081} N_{Pe}^{-0.715} N_{LO}^{2.687} \\
 &\quad + 0.222 A_S N_R^{3.041} N_{Pe}^{-0.514} N_{LO}^{0.125} + N_R^{-0.24} N_G^{1.11} N_{LO}
 \end{aligned}
 \tag{5.2}$$

由於本論文主要在探討考慮具有布朗膠體粒子現象的膠體粒子，在受到 DLVO 理論能障、擴散泳現象和流體流速改變的影響下，吸附效率的變化情形，故利用以上的模擬條件進行(5.2)式的修正；再者另一個重要的假設為因本論文討論的粒子非常的微小，而且假設與流體的密度又十分相近，所以重力與浮力可以忽略，(5.2)式中的 \mathbf{a}_G 值即可忽略。我們可將修正後的過濾係數(') 經驗式表示為：

$$\begin{aligned}
 \mathbf{a}' &= \mathbf{a}_{DLVO} + \mathbf{a}_D + \mathbf{a}_I + \mathbf{a}_{Diff} \\
 &= 0.024 N_{DL}^{0.969} N_{E1}^{-0.423} N_{E2}^{2.88} N_{LO}^{1.5} + 3.176 A_S^{1/3} N_R^{-0.081} N_{Pe}^{-0.715} N_{LO}^{2.687} \\
 &\quad + 0.222 A_S N_R^{3.041} N_{Pe}^{-0.514} N_{LO}^{0.125} + 36.15 N_{diff}^{0.5} N_R^{0.285} N_{Pe}^{-0.179} N_{DL}^{-0.235}
 \end{aligned}
 \tag{5.3}$$

其中，

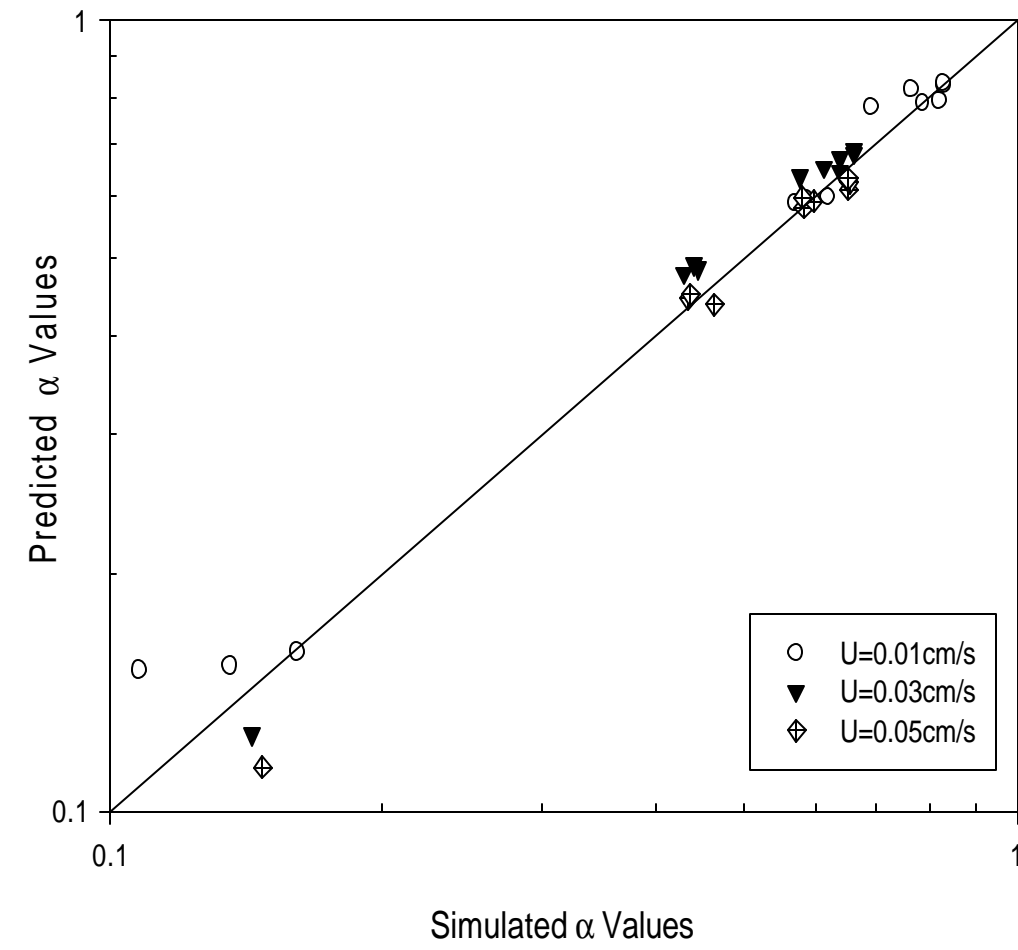
$$N_{diff} = \frac{V_{Diff} d_f}{D_{solution}} \tag{5.4}$$

V_{Diff} 為因濃度梯度所引起的膠體擴散泳速度項； $D_{solution}$ 為電解質溶液的

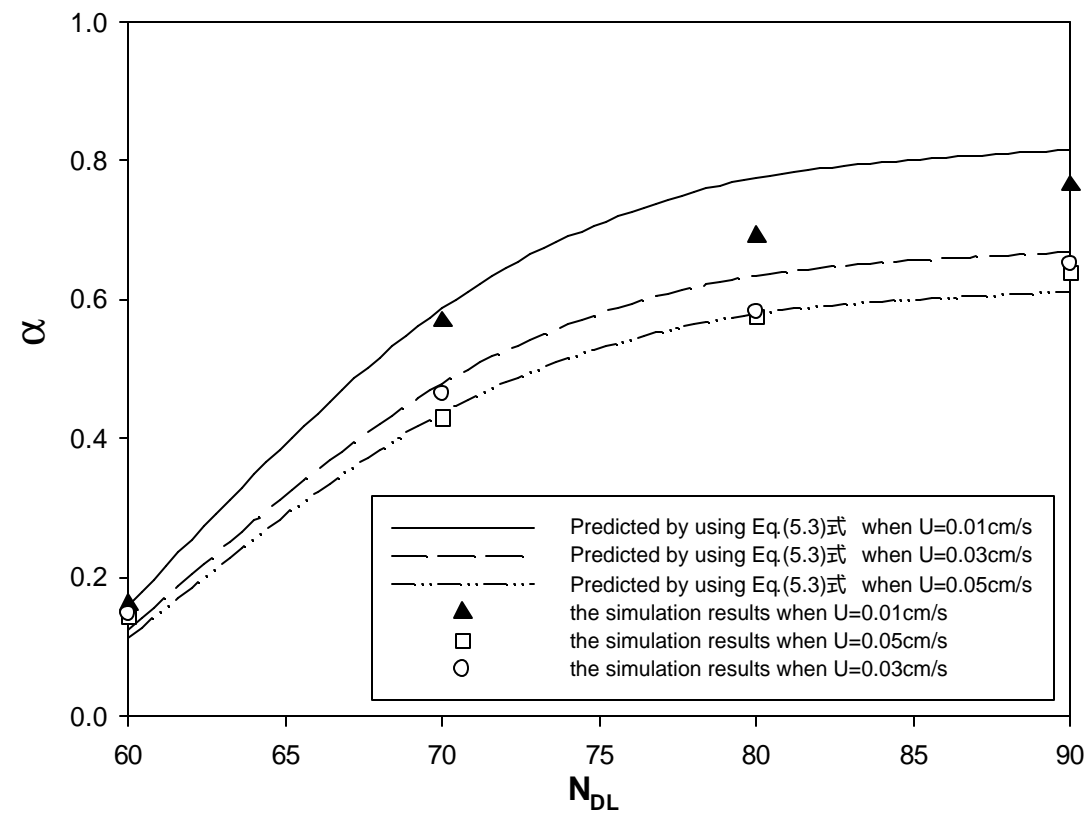
擴散係數。

圖 5-1 模擬的過濾係數與經驗式的過濾係數之關係圖，其平均變異差為 0.00562，平均變異差越小代表經驗式所預測的過濾係數與模擬條件下的過濾係數越準確。

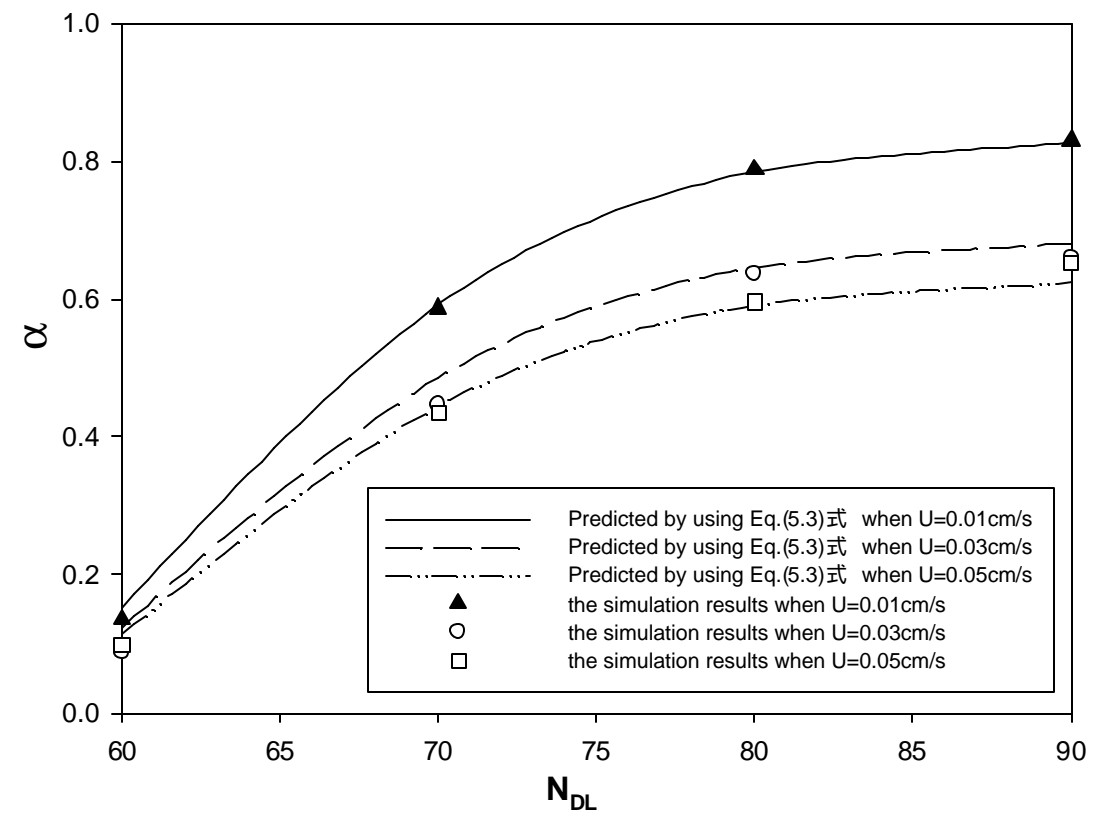
圖 5-2 至圖 5-4 分別表示不同粒徑下， N_{bl} 與過濾係數()之關係圖。不同符號的點代表該模擬條件下的過濾係數，不同的曲線代表經驗式所預測的過濾係數，可從圖中看出兩者的準確性。



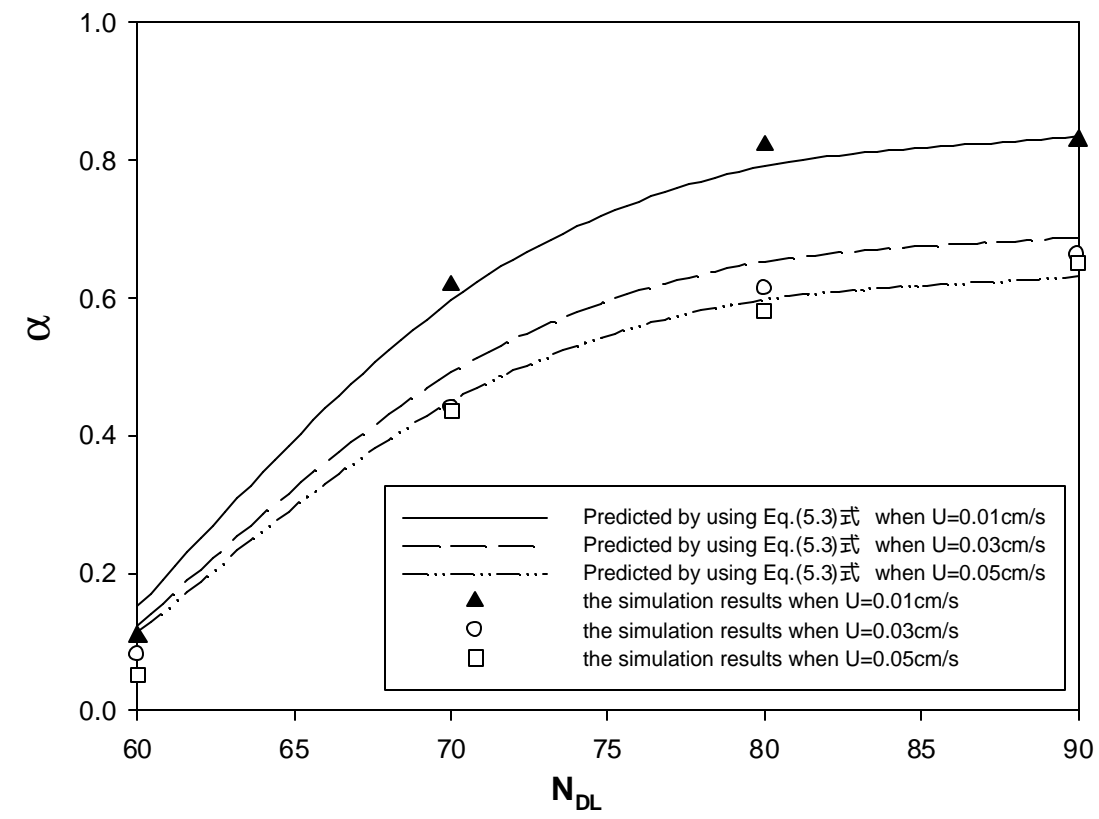
圖(5-1) 模擬的過濾係數與經驗式所預測的過濾係數之關係圖
(averaged variance=0.000563)



圖(5-2) 管長($d_f=10\ \mu\text{m}$), N_{DL} 與預測過濾係數()之關係圖。



圖(5-3) 管長($d_f=20\mu m$), N_{DL} 與過濾係數()之關係圖。



圖(5-4) 管長($d_f=30 \mu m$)， N_{DL} 與過濾係數()之關係圖。

5-2 過濾係數經驗式與實驗結果的比較

在預測過濾係數經驗式與實驗結果的比較部份，將採(5.2)式 (Chang & Chan Eq. ^[8])和(5.3)式(New Correction Eq.)，分別利用 Elmielch & O'Melia(1990) ^[5]、 Elmielch (1992) ^[5]、 Bai & Tien(1999) ^[4] 所發表的實驗結果做比較，探討擴散泳速度、不同電解質離子的擴散係數()和不同 DLVO 理論能障的影響下，膠體粒子於收集器中吸附效率的影響，並利用(5.3)式預測過濾係數(')。在這之前必須利用 Elmielch & O'Melia(1990) ^[5]、 Elmielch (1992) ^[5]、 Bai & Tien(1999) ^[4] 所發表的實驗條件先預測擴散泳速度(V_{Diff})，再代入(5.3)式，比較各個實驗結果的過濾係數與預測過濾係數之間的精準性，其詳細的計算過程可參考附錄 D。

5-2.1 Elmielch & O'Melia(1990) ^[5]的實驗結果比較

在與膠體過濾實驗結果的比較部分，選擇了 Elmielch & O'Melia 在 1990 年所發表的過濾實驗結果比較，判斷具有布朗運動和擴散泳現象的膠體粒子於不同的 KCl 電解質濃度時，在收集器中的過濾係數與經驗方程式的比較結果，其模擬參數值如表(5-1)所示。而利用 Elmielch & O'Melia 的實驗條件所預測出的擴散泳速度(V_{Diff}) 與預測出的過濾係數如表(5-2)所示。

圖(5-5)中分別以(5.2)式(Chang & Chan Eq. ^[8])、(5.3)式和 Bai & Tien
($a = 1.0118 \times 10^{-3} (N_{LO})^{0.8459} (N_{E1})^{-0.2676} (N_{E2})^{3.8328} (N_{DL})^{1.6776}$)與 Elmielech &
O'Melia 的實驗值相比較，可以發現到(5.3)式(New Correction Eq.)與
Elmielech & O'Melia 的實驗值結果相當相近。

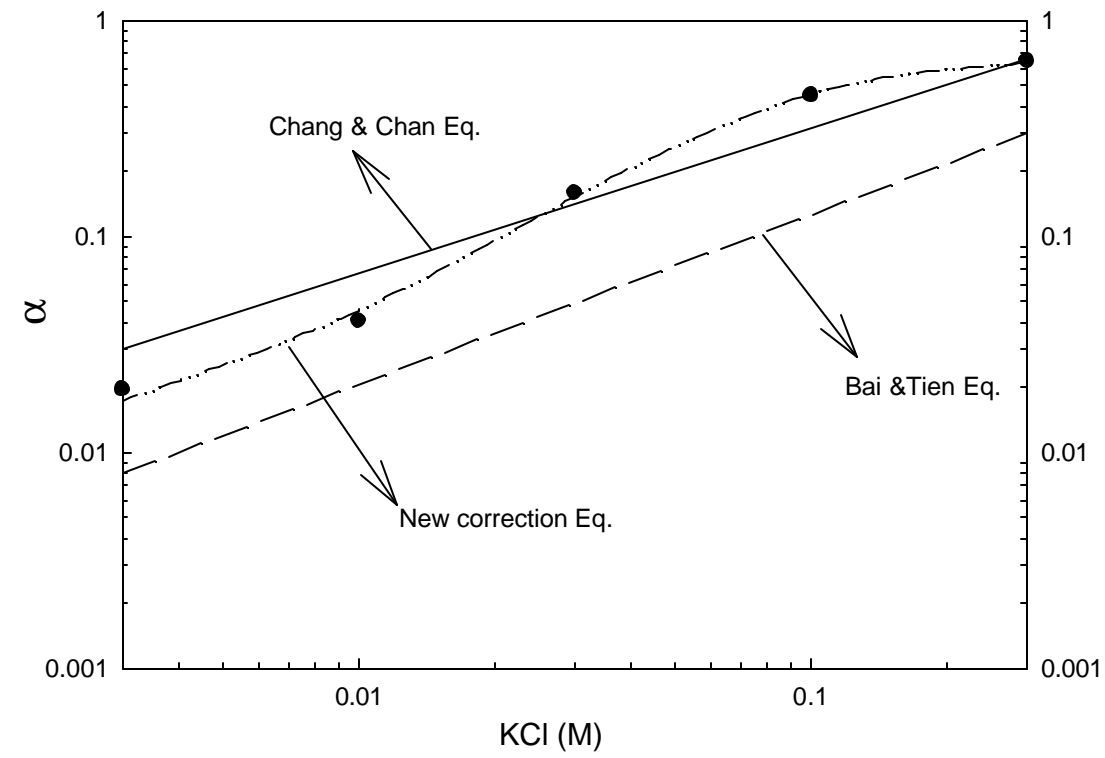
圖(5-9)為不同的 KCl 電解質濃度與擴散泳速度(V_{Diff})之關係圖，可看出
隨著濃度上升擴散泳速度呈線性上升。

	$KCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.3	-28.2	-17.5	0.6457
Exp. 2	0.1	-41.0	-29.3	0.4467
Exp. 3	0.03	-62.3	-39.0	0.1585
Exp. 4	0.01	-80.0	-47.5	0.0407
Exp. 5	0.003	-89.5	-56.4	0.0195
d_f	200mm			
d_p	0.753mm			
U	0.136cm/s			

表(5-1) Elmielch & O' Melia(1990) , $d_p=0.753mm$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, 其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	$NaCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.0001	0.0098	1.17E-06	0.03101
Exp. 2	0.001	0.0552	1.03E-05	0.086809
Exp. 3	0.01	0.2126	6.46E-05	0.248095
Exp. 4	0.1	0.97	8.13E-05	0.686751
Exp. 5	0.2	1	8.67E-05	1.531521
d_f	460mm			
d_p	3.004mm			
U	0.103cm/s			

表(5-2) Elmielch & O' Melia(1990) , $d_p = 3.004mm$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度 (V_{Diff}) 與過濾係數(')值。



圖(5-5) Elmielech & O' Melia(1990)的實驗值, $d_p = 0.753\text{mm}$, 分別以 Bai&Tien Eq(averaged variance=0.023217).、 Chang & Chan Eq. (averaged variance=0.001935)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance=3.56E-05)的經驗方程式的相互比較結果。

5-2.2 Elmielech (1992)^[6]的實驗結果比較

本節在與膠體過濾實驗結果的比較部分，選擇了 Elmielech 在 1992 年所發表的過濾實驗結果比較，判斷具有布朗運動和擴散泳現象的膠體粒子於不同的 KCl 電解質濃度、不同粒徑 d_p 時，在收集器中的過濾係數與經驗方程式的比較結果，而其模擬參數值如表(5-3)、(5-5)、(5-7)所示。而利用 Elmielech 的實驗條件所預測出的擴散泳速度(V_{Diff})與預測出的過濾係數如表(5-4)、(5-6)、(5-8)所示。

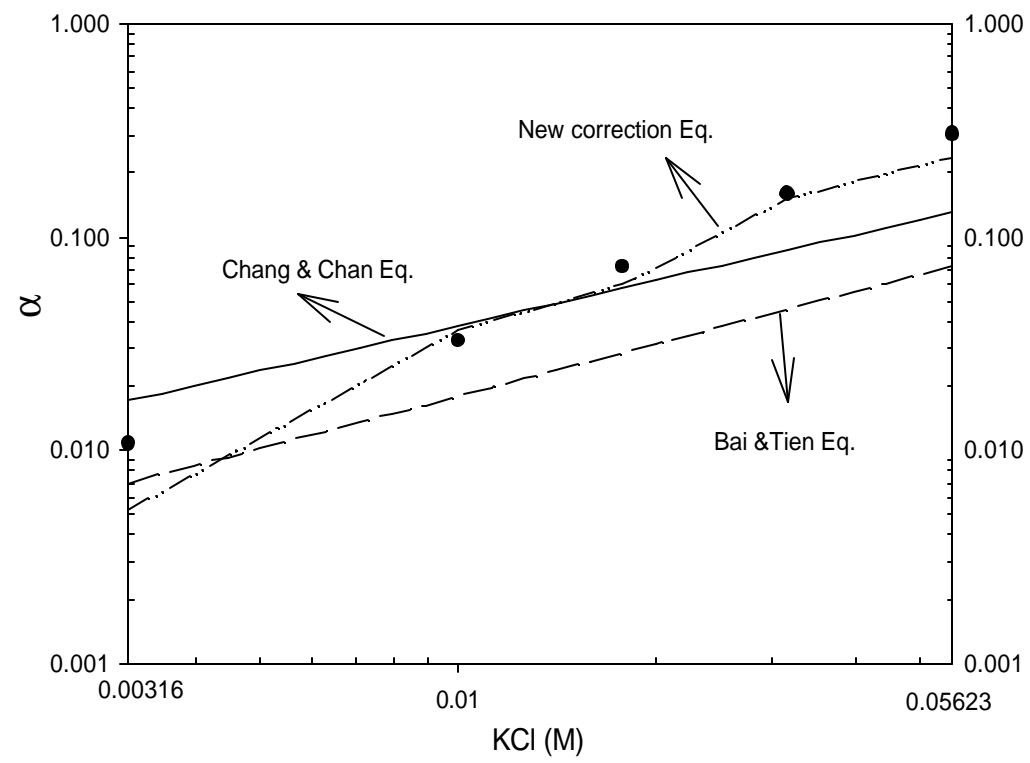
圖(5-6)、圖(5-7)、圖(5-8)分別為 Elmielech (1992)的實驗值，在不同粒徑 d_p 下，分別以 Bai&Tien Eq.、Chang & Chan Eq.和(5.3)式(New Correction Eq.)的經驗方程式相互比較的關係圖。可以從這三張看出，(5.3)式(New Correction Eq.)的經驗方程式較能精準預測實驗結果的過濾係數，而且於電解質濃度為 0.01M 以上更能精確的預測實驗結果。而由實驗條件下所預測的擴散泳速度可將完全整合為圖 5-9，圖 5-9 是由 Elmielech 的實驗條件預測出的擴散泳速度(V_{Diff})與電解質 KCl 濃度之關係圖，隨著電解質濃度增加擴散泳速度(V_{Diff})也隨之增加的趨勢。

	$KCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.00316	-76	-57	0.0107
Exp. 2	0.01	-61	-47	0.0324
Exp. 3	0.01778	-51	-43	0.0724
Exp. 4	0.03162	-37	-39	0.1585
Exp. 5	0.05623	-33	-33	0.3020
d_f	200mm			
d_p	0.121 mm			
U	0.136cm/s			

表(5-3) 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時， $d_p = 0.121mm$ ，其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	$KCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.00316	0.0107	0.00E+00	0.005236
Exp. 2	0.01	0.0324	5.42E-06	0.036514
Exp. 3	0.01778	0.0724	1.72E-05	0.059756
Exp. 4	0.03162	0.1585	1.66E-04	0.151647
Exp. 5	0.05623	0.3020	4.66E-04	0.235476
d_f	200mm			
d_p	0.121 mm			
U	0.136cm/s			

表(5-4) Elmielch & O' Melia(1990) , $d_p=0.121 \mu m$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度 (V_{Diff}) 與過濾係數(')值。



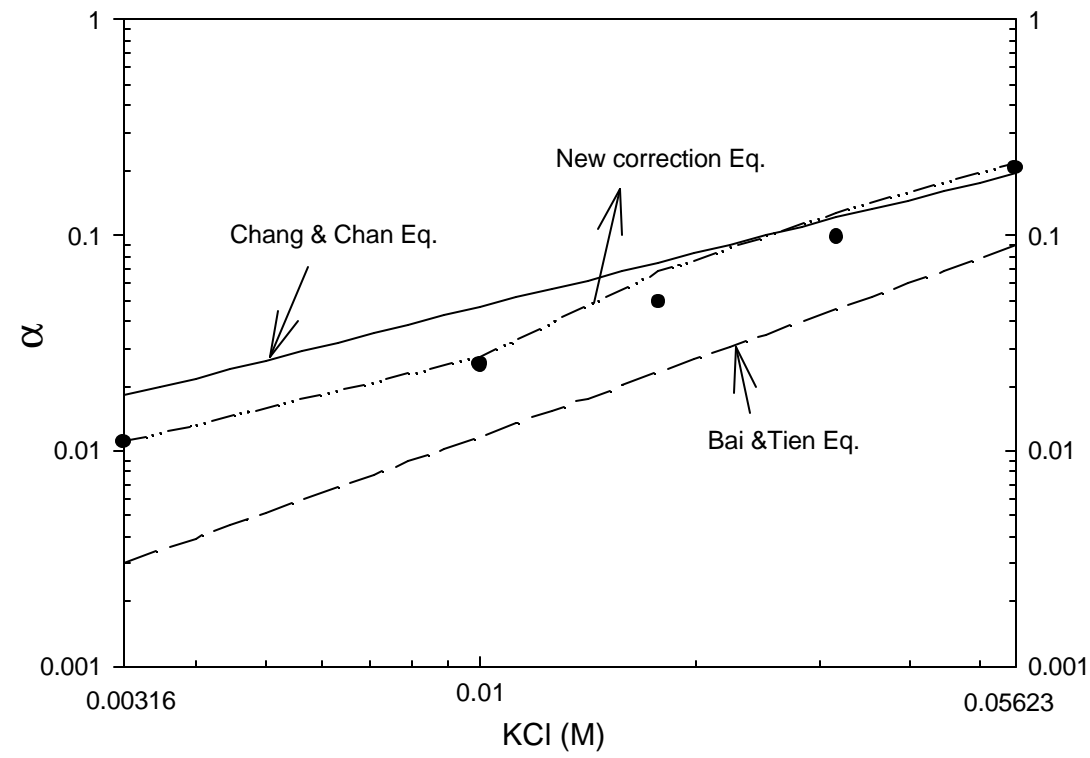
圖(5-6) Elmielch (1992)的實驗值, $d_p = 0.121 \mu m$ 分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance=0.005598)、Chang &Chan Eq. (averaged variance=0.001619)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance=0.000468)經驗方程式的相互比較結果。

	$KCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.00316	-96	-57	0.0110
Exp. 2	0.01	-86	-47	0.0251
Exp. 3	0.01778	-70	-43	0.049
Exp. 4	0.03162	-55	-39	0.0977
Exp. 5	0.05623	-43	-33	0.2042
d_f	200mm			
d_p	0.378 mm			
U	0.136cm/s			

表(5-5) 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, $d_p = 0.378mm$, 其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	<i>KCl</i> (mol/l)	Experimental	Predicted V_{Diff} (cm/s)	Predicted '
Exp. 1	0.00316	0.0110	1.78E-07	0.01104
Exp. 2	0.01	0.0251	2.93E-06	0.027325
Exp. 3	0.01778	0.049	2.88E-05	0.067596
Exp. 4	0.03162	0.0977	1.21E-04	0.127914
Exp. 5	0.05623	0.2042	3.96E-04	0.216625
d_f	200 μm			
d_p	0.378 μm			
U	0.136 cm/s			

表(5-6) Elmielech , $d_p=0.378 \mu m$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時 , 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度(V_{Diff}) 與過濾係數 (')值。



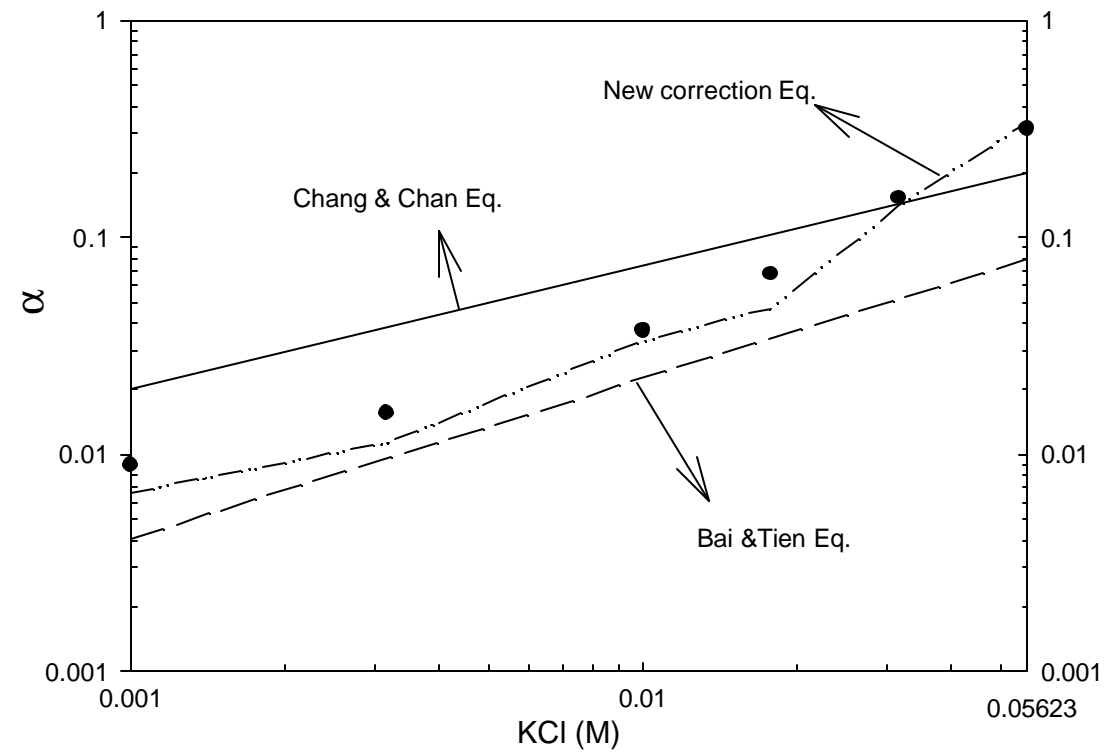
圖(5-7) Elmielech (1992)的實驗值, $d_p = 0.378 \text{ mm}$ 分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance=0.001657)、Chang &Chan Eq. (averaged variance=0.000224)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance=0.000142)經驗方程式的相互比較結果。

	$KCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.001	-89	-61	0.0089
Exp. 2	0.00316	-87	-57	0.0155
Exp. 3	0.01	-81	-47	0.0372
Exp. 4	0.01778	-71	-43	0.0676
Exp. 5	0.03162	-62	-39	0.1514
Exp. 6	0.05623	-50	-33	0.3162
d_f	200mm			
d_p	0.753mm			
U	0.136cm/s			

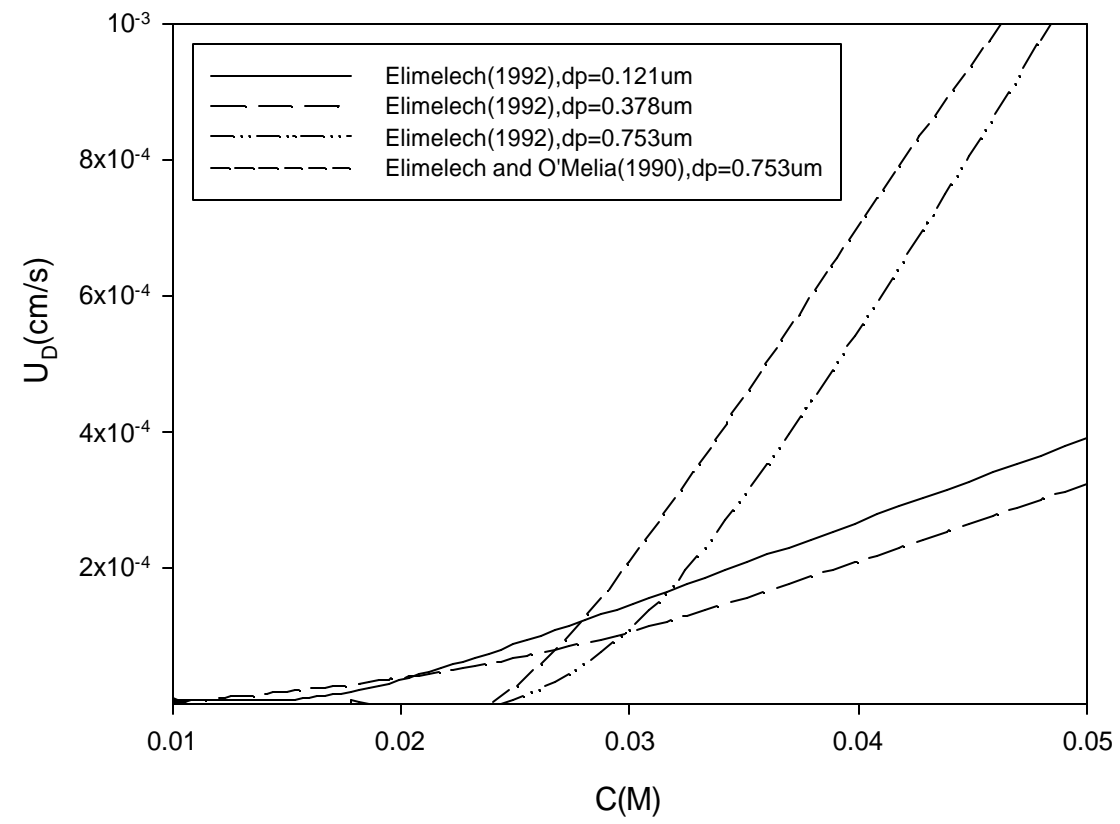
表(5-7) 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, $d_p = 0.753mm$, 其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	$KCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.001	0.0089	5.25E-11	0.00668
Exp. 2	0.00316	0.0155	0.00E+00	0.011292
Exp. 3	0.01	0.0372	2.97E-06	0.033328
Exp. 4	0.01778	0.0676	5.40E-06	0.04736
Exp. 5	0.03162	0.1514	1.62E-04	0.140345
Exp. 6	0.05623	0.3162	1.43E-03	0.340431
d_f	200mm			
d_p	0.753mm			
U	0.136cm/s			

表(5-8) Elmielech , $d_p=0.753mm$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時 , 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度(V_{Diff}) 與過濾係數 (')值。



圖(5-8) Elmielech (1992)的實驗值, $d_p=0.753\text{mm}$ 分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance=0.005598)、Chang &Chan Eq. (averaged variance=0.001619)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance=9.61E-05)經驗方程式的相互比較結果。



圖(5-9) 由 Elimelech(1992) , Elimelech & O' Melia(1990)的實驗條件預測出的擴散泳速度(V_{Diff}) 與電解質 KCl 濃度之關係圖。

5-2.3 Bai & Tien(1999)^[4]的實驗結果比較

選擇 Bai & Tien 在 1999 年所發表單一粒徑的聚苯乙烯球型膠體粒子於玻璃珠濾床中的過濾實驗結果，我們將由此判斷具有布朗運動和擴散泳現象的膠體粒子於不同的 NaCl 電解質濃度、不同粒徑和不同流速時，在收集器中的過濾係數與經驗方程式的比較結果，而其模擬參數值如表(5-9)、表(5-11)、表(5-13)、表(5-15)所示。而利用 Bai & Tien 的實驗條件所預測出的擴散泳速度(V_{Diff})與預測出的過濾係數如表(5-10)、(5-12)、(5-14)所示。

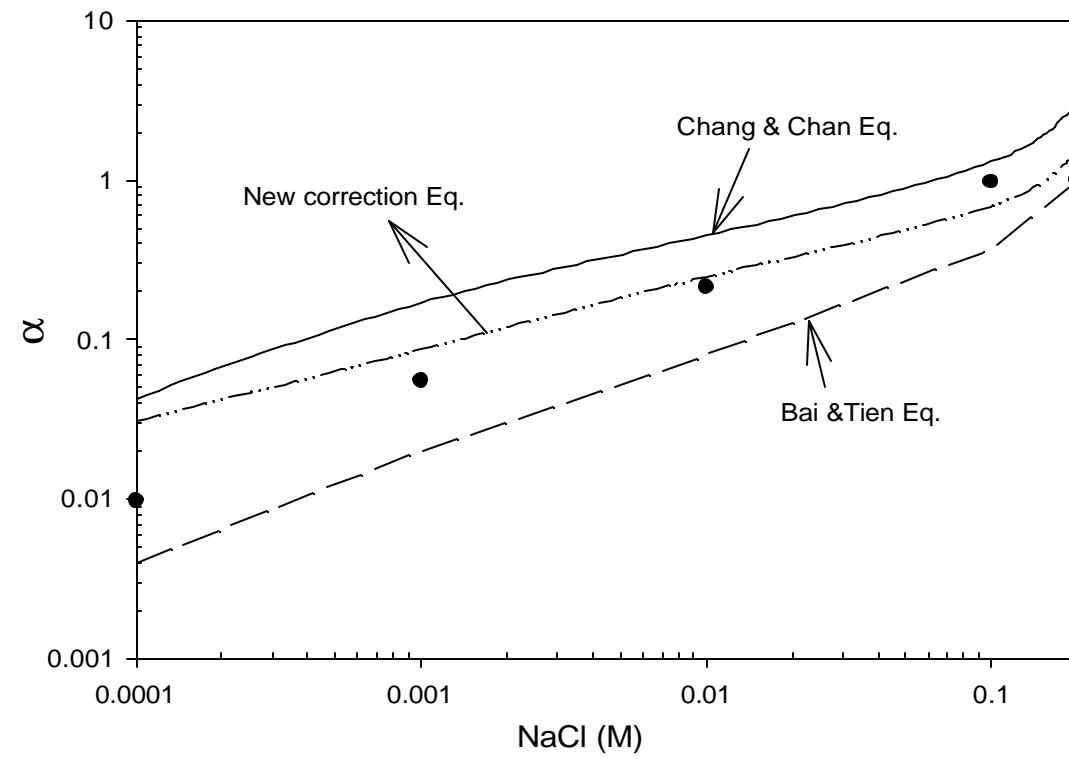
圖 5-10 至圖 5-13 為 Bai & Tien(1999)的實驗值，分別與 Bai&Tien Eq.、Chang & Chan Eq.和(5.3)式(New Correction Eq.)的經驗方程式相互比較圖。經由這四張圖我們可以明顯看出(5.3)式(New Correction Eq.)較能精準預測實驗結果的過濾係數，另外，由 Bai & Tien(1999)實驗條件下，所預測的擴散泳速度可將完全整合為圖 5-15，圖 5-15 是由 Bai & Tien(1999)的實驗條件預測出的擴散泳速度(V_{Diff})與電解質 NaCl 濃度之關係圖，隨著電解質濃度增加擴散泳速度(V_{Diff})也隨之增加的趨勢。

	$NaCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.0001	-19.6	-22.8	0.0098
Exp. 2	0.001	-18.1	-21.2	0.0552
Exp. 3	0.01	-13.9	-18.1	0.2126
Exp. 4	0.1	-6	-11.2	0.97
Exp. 5	0.2	-5.1	-8	1
d_f	460 mm			
d_p	3.004 mm			
U	0.103 cm/s			

表(5-9) Bai & Tien(1999) , $d_p = 3.004mm$, 膠體粒子與收集器在電解質 NaCl 濃度不同時 , 其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	$NaCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.0001	0.0098	1.17E-06	0.03101
Exp. 2	0.001	0.0552	1.03E-05	0.086809
Exp. 3	0.01	0.2126	6.46E-05	0.248095
Exp. 4	0.1	0.97	8.13E-05	0.686751
Exp. 5	0.2	1	8.67E-05	1.531521
d_f	460mm			
d_p	3.004mm			
U	0.103cm/s			

表(5-10) Bai & Tien(1999) , $d_p=3.004mm$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl濃度不同時, 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度(V_{Diff}) 與過濾係數(')值。



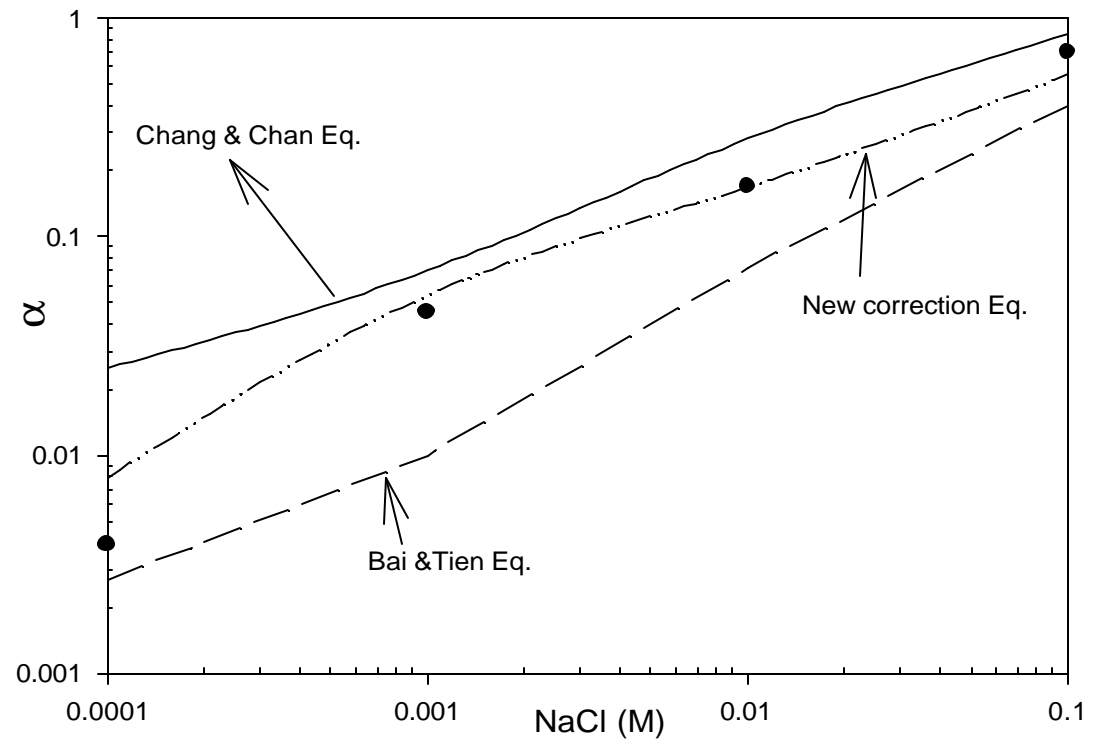
圖(5-10) Bai & Tien(1999)的實驗值， $d_p=3.004 \text{ } \mu\text{m}$ ，分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance=0.037886)、Chang & Chan Eq. (averaged variance=0.417954)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance=0.036545)經驗方程式相互比較的結果。

	$NaCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.0001	-20.7	-22.8	0.0039
Exp. 2	0.001	-19.3	-21.2	0.0453
Exp. 3	0.01	-15.7	-18.1	0.1704
Exp. 4	0.1	-7	-11.2	0.7010
d_f	200 μm			
d_p	0.802 μm			
U	0.136 cm/s			

表(5-11) Bai & Tien(1999) , $d_p=0.802 \mu m$, 膠體粒子與收集器在電解質 NaCl 濃度不同時 , 其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	$NaCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.0001	0.0039	0.00E+00	0.00778
Exp. 2	0.001	0.0453	5.61E-06	0.054056
Exp. 3	0.01	0.1704	7.30E-05	0.168747
Exp. 4	0.1	0.7010	4.44E-04	0.552091
d_f	200 μm			
d_p	0.802 μm			
U	0.136 cm/s			

表(5-12) Bai & Tien(1999) , $d_p=0.802 \mu m$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, 實驗所得的 η 值和預測的擴散泳速度(V_{Diff}) 與過濾係數(η')值。



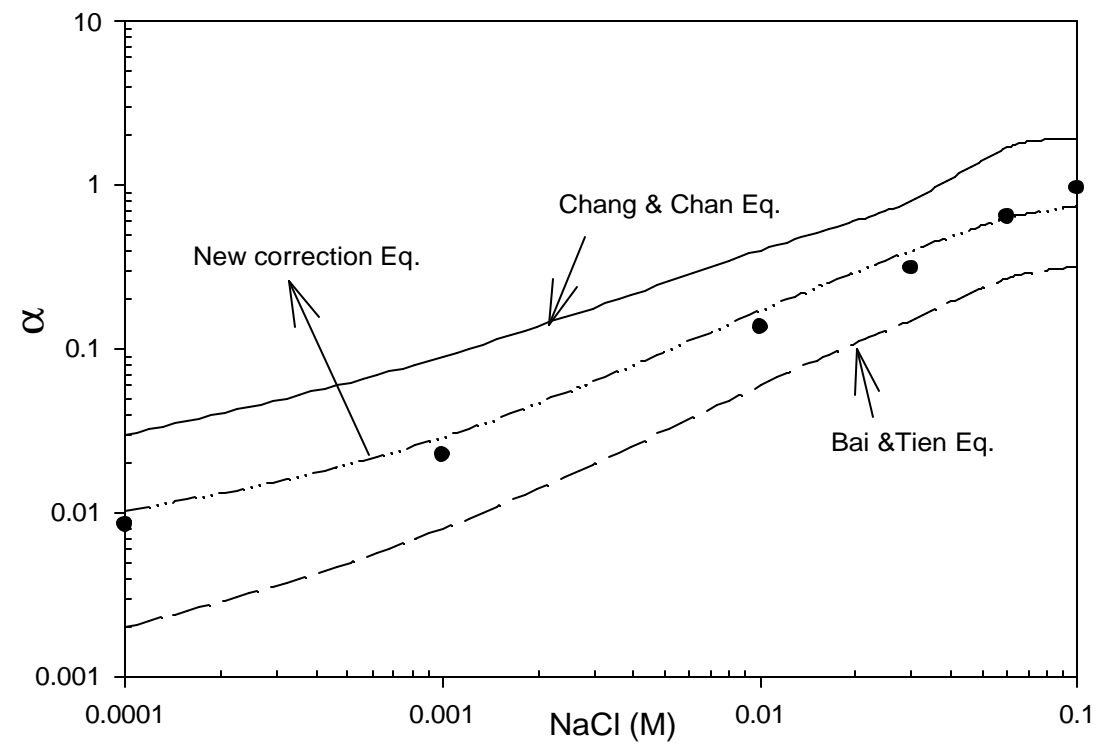
圖(5-11) Bai & Tien(1999)的實驗值, $d_p=0.802 \mu m$, 分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance= 0.012616)、Chang & Chan Eq. (averaged variance= 0.004446)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance= 0.002746)經驗方程式相互比較的結果。

	$NaCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.0001	-24.5	-12.9	0.0085
Exp. 2	0.001	-23	-11	0.0226
Exp. 3	0.01	-15	-8	0.136
Exp. 4	0.03	-10	-5	0.3119
Exp. 5	0.06	-8	-4	0.643
Exp. 6	0.1	-6.8	-3	0.9569
d_f	350mm			
d_p	3.063mm			
U	0.103cm/s			

表(5-13) Bai & Tien(1999) , $d_p=3.063\text{ mm}$, $U=0.103\text{cm/s}$, 膠體粒子與收集器在電解質 NaCl 濃度不同時 , 其表面所帶的電位值以及其他的模擬參數值。

	$NaCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.0001	0.0085	0.00E+00	0.010274
Exp. 2	0.001	0.0226	1.41E-09	0.028914
Exp. 3	0.01	0.136	7.34E-06	0.171132
Exp. 4	0.03	0.3119	8.65E-05	0.396742
Exp. 5	0.06	0.643	9.05E-05	0.631703
Exp. 6	0.1	0.9569	9.38E-05	0.74782
d_f	350mm			
d_p	3.063mm			
U	0.103cm/s			

表(5-14) Bai & Tien(1999) , $d_p=3.063\text{ mm}$, $U=0.103\text{ cm/s}$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度(V_{Diff}) 與過濾係數(')值。



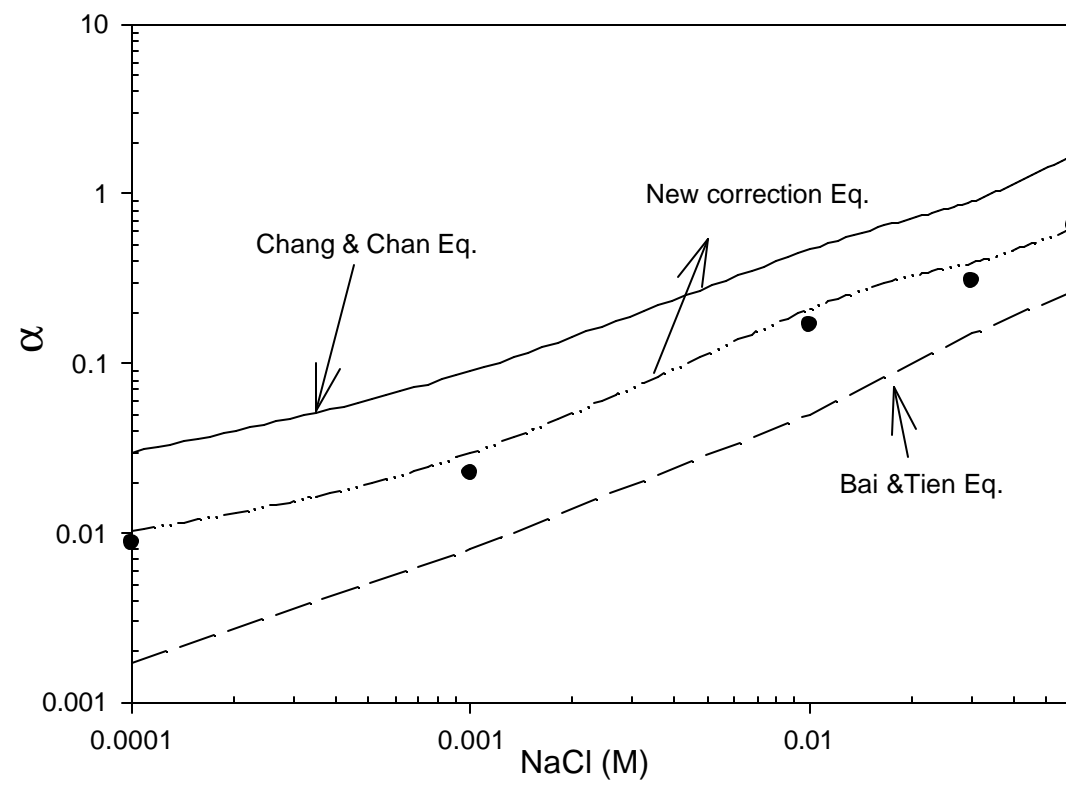
圖(5-12) Bai & Tien(1999)的實驗值, $d_p=3.063 \mu m$, 分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance= 0.048084)、Chang & Chan Eq. (averaged variance= 0.193302)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance=0.00436)經驗方程式相互比較的結果。

	$NaCl(mol/l)$	$f_p(mV)$	$f_f(mV)$	
Exp. 1	0.0001	-24.5	-12.9	0.0088
Exp. 2	0.001	-23	-11	0.0226
Exp. 3	0.01	-15	-8	0.17
Exp. 4	0.03	-10	-5	0.3099
Exp. 5	0.06	-8	-4	0.6555
d_f	350mm			
d_p	3.063mm			
U	0.169cm/s			

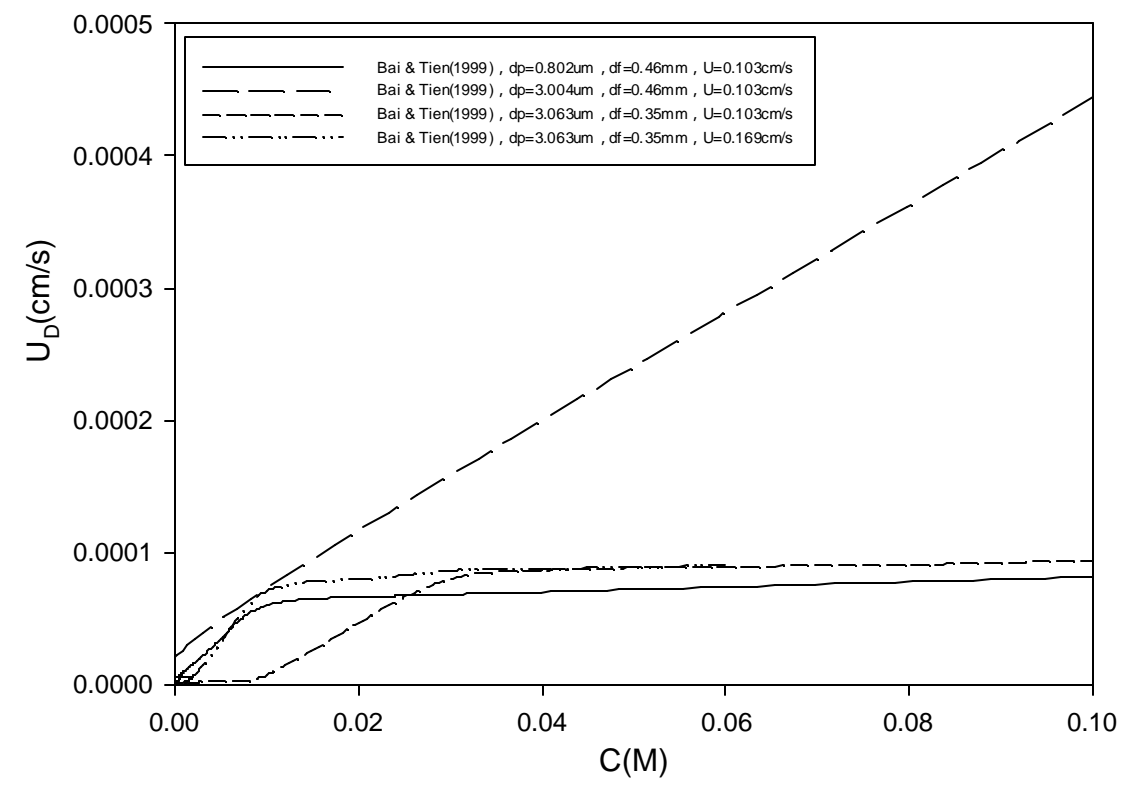
表(5-15) 膠體粒子與收集器在電解質 NaCl 濃度不同時，
 $d_p=3.063\text{ mm}$ ， $U=0.169\text{ cm/s}$ ，其表面所帶的電位值以及其他的模擬參
 數值。

	$NaCl(mol/l)$	Experimental	Predicted $V_{Diff}(cm/s)$	Predicted '
Exp. 1	0.0001	0.0088	0.00E+00	0.010271
Exp. 2	0.001	0.0226	1.41E-08	0.029634
Exp. 3	0.01	0.17	7.09E-05	0.209626
Exp. 4	0.03	0.3099	8.65E-05	0.391422
Exp. 5	0.06	0.6555	9.05E-05	0.626706
d_f	350mm			
d_p	3.063mm			
U	0.169cm/s			

表(5-16) Bai & Tien(1999) , $d_p=3.063\text{ mm}$, $U=0.169\text{cm/s}$, 膠體粒子與收集器在電解質 KCl 濃度不同時, 實驗所得的 值和預測的擴散泳速度(V_{Diff}) 與過濾係數(')值。



圖(5-13) Bai & Tien(1999)的實驗值, $d_p = 3.063 \mu m$, 分別以 Bai&Tien Eq. (averaged variance= 0.018884)、Chang & Chan Eq. (averaged variance= 0.153419)和(5.3)式(New Correction Eq.) (averaged variance= 0.00091)經驗方程式相互比較的結果。

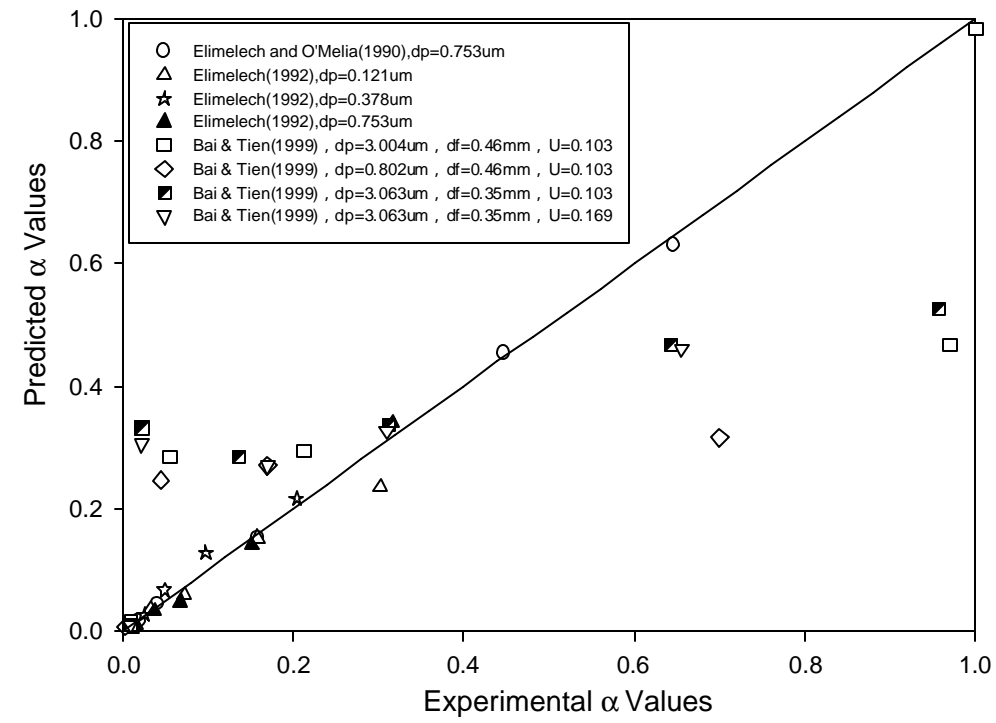


圖(5-14) 由 Bai & Tien(1999)的實驗條件預測出的擴散泳速度(V_{Diff})與電解質 NaCl 濃度之關係圖。

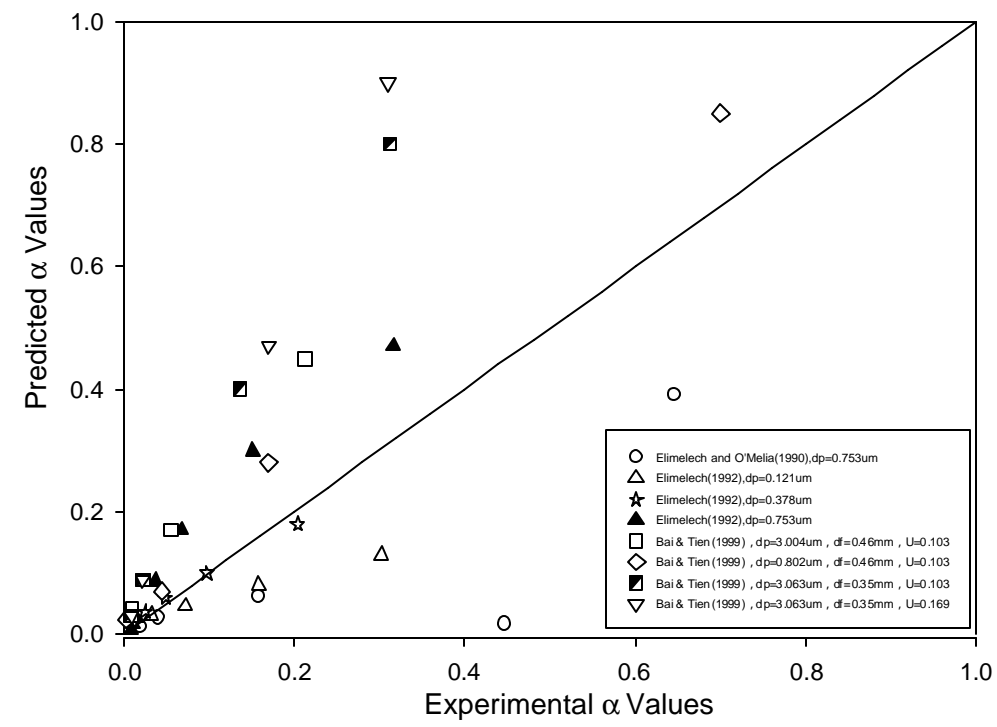
5-3 經驗式與實驗結果比較

圖 5-15 為(5.3)式經驗式與上述所有實驗結果的過濾係數之關係圖，而圖 5-16 為 Chang & Chan Eq. 經驗式與上述所有實驗結果的過濾係數之關係圖。利用平均變異差描述圖的精確度，由(5.3)式經驗式與上述所有實驗結果的過濾係數平均變異差(averaged variance)為 0.005663，而 Chang & Chan Eq. 經驗式與上述所有實驗結果的過濾係數平均變異差(averaged variance)為 0.096969，即可得知利用(5.3)式經驗式預測上述所有實驗條件下(Elmielech & O'Melia(1990)、Elmielech (1992)、Bai & Tien(1999))的過濾係數較為精準。

另一方面，在結果中發現 $a \gg 1$ (見附錄 D)，在探討高濃度電解質和小粒徑膠體的吸附效率時，加入擴散泳速度項的考慮是合理的，因為擴散泳的考慮會使經驗式所預測的 β 值更符合實驗所得的 β 值。



圖(5-15) (5.3)式 New Correction Eq.經驗式與 Elmielech & O'Melia(1990)、Elmielech (1992)、Bai & Tien(1999)所發表的實驗結果過濾係數之關係圖。(averaged variance= 0.005663)。



圖(5-16) Chang & Chan Eq.經驗式與經驗式與 Elmielech & O'Melia(1990)、Elmielech (1992) 、 Bai & Tien(1999)所發表的實驗結果過濾係數之關係圖。(averaged variance= 0.096969)。