

Bump 露光量의 Control Method

(A Method for the Bump Exposure Quantity Control)

吳 濟 雄 *

Je-Wung Oh

I. 序 論

正常的인 Tone 을 갖는 連續階調의 原稿를 Halftone Screen 을 使用하여 Tone 再現을 하려면, 適當한 主露光(main Exposure)만으로도 充分하며, 必要에 따라선 補助露光으로서 Flash exposure 의 一定量을 主露光에 加해 줌으로써 보다 充分히 그 目的을 達成할 수가 있다.

그러나 原稿의 特性에 따라 특히 H(Highlight)部를 強調(Enhance)할 必要가 있을때는 補助露光으로서 Bump Exposure 를 行하여 그 目的을 達成하게 된다.

Bump Exposure 의 特性은 原稿를 攝影한 Halftone Negative 의 H 部의 Dot size 를 主露光만에 依하여 얻어진 H 部の dot size 보다 크게 해서 H 部の dot 間의 Opening 을 極小化시키는 한편, midtone 部나 shadow 部の dot size 의 變化(또는 농도증가)는 거의 일어 나지 않게 하는 것으로, Drop-out process 와는 差異가 있다.

Bump Exposure 를 行하는 順序는 main exposure 前에 行하는 경우(pre-exposure process 라 부르기로 함)와 main exposure 後에 行하는 경우(post-exposure process 라 부르기로 함)가 있으며, 行하는 方法에 있어서도, N.D.Filter 를 利用하는 方法과 그렇지 않는 方法이 있다.

또한 Bump Exposure 의 量은 보통 main exposure 의 percentage 로 表示하며, Bump 및 main 의 露光條件은 같기 때문에 光의 強度를 unit(=1)로 하여, 露光量을 時間 또는 unit 로 表示하고 있다.

本 Test 의 경우도 露光量은 時間(sec)으로 定하기로 한다.

그런데 바로 이 bump exposure 의 露光量이 問題가 된다. Bump exposure 의 目的은 Bump exposure 의 量과 main exposure 의 量을 Control 하여, Basic Density Range(BDR)을 조절해 주는 것이다. Bump Exposure 의 量이 增加하면 BDR 이 短縮되어 진다는 것은 잘 알려져 있지만, 이들의 定量的인 關係에 對한 具體的인 內容은 다루고 있지 않고 있다.¹⁻⁴ 한편 bump exposure 에 對한 定量的인 關係를 다루고 있는 경우도 있으나⁵⁾, 그 內容上에 論理的인 모순을 볼 수 있게 된다.

이처럼 Bump exposure 의 定量的인 取扱이 不明確한데는 Bump exposure 量의 變化에 따른 main exposure 量의 Control 問題에 있어서, 여러가지 要因이 介在되는데 있다고 보아진다. Bump exposure 時의 要人으로는 다음과 같은 것들을 들 수가 있겠다.

1) 原稿의 Tone에 따른 濃度變化의 程度가 相反則不軌(Reciprocity law failure) 發生의 可能性이 있다는 點이다.

가령 原稿의 Highlight(H)부와 Shadow(s)부의 濃度差가 1.00인 경우, H부는 S부의 反射光의 10배가 됨으로, 이에 따른 H부의 高照度不軌나 S부의 低照度不軌가 生길수 있다는 點이다.

2) Bump exposure는 No Screen direct exposure인데 反하여, main exposure는 Screen을 통한 Indirect exposure 임으로, 이에 따른 露光效果는 差異가 있다는 點이다.

Bump exposure를 main exposure의 一部로 취급하는 것을 볼수 있지만,¹⁻⁴⁾ 이것은 同一한 條件(同一光源, 同一原稿, 同一F-No等)에서 이 두 露光이 行해진다는 點에서는 同一視해도 납득이 가지만은, no screen direct exposure의 경우는 高照度에 依한 短時間露光인데 反하여, main exposure의 경우엔 Screen density로 因한 底照度長時間露光으로 볼수 있음으로, 이에 따른 感材의 露光效果는 같지 않을 것이란 點이다. 가령 本 test의 경우 使用한 screen의 integrating density=0.59였는데 이것을 solid density로써 취급하여, 光度를 比較하면 main exposure의 光度는 Bump exposure 光度의 約 $\frac{1}{4}$ 이 되어, 高照度와 低照度의 問題를 생각할수가 있다는 것이다. 勿論 screen의 density는 solid density가 아님으로 上記한 量만큼의 照度變化가 있다는 것은 아니지만 main exposure의 경우는 低照度에 依한 露光인것은 事實이다.

또 하나 고려할점은 main exposure의 경우는 screen opening과 screen dot의 作用에 依한 露光임으로, 光의 回折(diffraction)이나 分散等에 따른 感材上의 露光效果는 screen density에 相應하는 濃度(solid density)를 갖는 N.D.filter를 통한 露光效果와는 差異가 있다는 事實이다.

3) Bump exposure를 行할때 pre-exposure process로 하느냐, post-exposure process로 하느냐에 따라, 또 N.D.filter를 利用하여 bump exposure를 하느냐 그렇지 않느냐에 따라 露光效果에 差異가 있을 것이란 點이다.

本 研究는 Bump exposure의 上記한 여러가지 問題를 고려하여, 限定된 條件下에서 Bump exposure 量의 變化에 따른 BDR의 變化를 고찰함으로써 main exp. 量과의 相關性을 조사하고 보다 실제적인 Bump exposure 量의 control 方法의 한가지를 찾아 보려고 한다.

II. 本 論

a) Test 方法 및 結果

Bump exposure 量과 main exposure 量의 變化에 따른 BDR 變化의 相關性을 Check하고, 그 結果를 分析하여, 하나의 Bump exposure 量의 control method를 제시하려는 것이 本 研究의 目的이다. 그러기 위해서는 序論에서 볼수있는 bump exposure와 관계되는 여러가지 要因을 고려해서 아래와 같은 基準을 설정하여, 3가지 Case에 對해서 조사하기로 하였다.

우선 조사(또는 Test)基準으로,

(1) Test用 原稿: B/W Reflection Copy의 경우의 bump exposure Test를 하기로 한다.

原稿로서는 Kodak Q-13, Gray scale로 定하고, Step No.1(d=0.02)을 H로, Step No.11을 S로 하여 편의상 Copy Density Range(CDR)=1.00로 점함으로써 H:S=10:1의 光度比가 되게 하였다.

(2) 露光方法: Camera(Autocompanica 650, DS C-650-C.D)의 F-NO.=16, 再現比=100%로 하고, 光源의 強度 및 位置(照射角)는 固定시켜, 同一한 攝影條件을 유지시켜서 bump와 main

exposure 를 행했다.

Bump exposure 方法은 No N.D.-filter, pre-exposure process 로 하고, main exposure 는 Magenta Halftone Contact screen(Negative, Policrom MNUS;150^{lines}/in)을 사용하여 행하였다.

實際 撮影에 있어서는 mask 를 利用하여, 1枚의 film sheet에 同一한 case의 test exposure 를 4가지로 행하여, 撮影 및 現像에 따른 誤差發生을 最少로 하였다.

(3)現像 및 感材 : Test에 使用한 感材는 Fuji Lith film(Type L, No.Lo-100)으로하고, Fuji Lith film 現像液을 使用하였다. 處理溫度는 21°C로 하여 3分30抄間 bath 現像을 행하였다.

(4)Main exposure 量의 決定 : Test exposure에 依하여 Gray scale의 step No.1에 96%의 dot가 形成되게 하여 이곳을 H로 하였고, 이때 S부는 Step No.11(5%dot 形成)이 되었으므로 BDR=0.98로, BDR≅CDR이 되었다. 勿論 CDR=BDR이 되게 할 필요는 없으며, 이 경우엔 그렇게 되었을 따름이다. Test exposure에 依하여 얻은 main exposure 量=240sec였다.

(5)Bump exposure : Bump Exposure의 量은 main exposure 量의 5%, 10%, 15%, 20%(=12, 24, 36, 48sec)의 4가지로 행하여, BDR의 變化를 살펴 보기로 했다.

이상과 같은 基準을 바탕으로, 다음과 같은 Case 들을 고려하여 bump exposure와 main exposure의 量에 따른 BDR의 變化를 Check해 보기로 하였다.

Case I : main exposure 를 하지 않고, no screen, no filter pre-exposure에 따른 原稿의 Highlight 部の 露光效果를 Check함과 同時에 露光量에 따른 高照度不軌 및 Nega 上의 濃度分布 關係를 check 함으로서 bump exposure와 main exposure와의 相關性을 알고저 하였다.

Case II : Bump exposure와 main exposure는 露光條件이 同一하나, 方法에 있어서는 前者는 *No screen exposure 인데 反하여, 後者は Screen에 依한 露光이라는 差異가 있게 된다. BDR은 main exposure에서 決定되지만 Bump exposure에 依해서 BDR의 變化가 주로 H 部に 發生되며, Bump Exposure의 量에 따라선 H 部는 勿論 M(midtone)部나 S 部까지도 영향을 미친다고 보면, main Exposure 量에 따른 H 部와 S 部の 位置의 變化(BDR은 不變이고, 平行異動)를 爲하여 main exposure의 量을 조절할수도 있다고 보아 진다. 이 方法으로써, 加해진 bump exposure 량을 main exposure 量에서 減하여 이것을 第2의 主露光으로하고, bump와 main exposure 量을 合한 全體露光量을 第一主露光量(基準主露光量)과 同一하게 하는 것이다. 例컨데, 第一主露光量은 基準설정에서 밝히데로 240sec 일때 5% bump exposure 量은 12 sec 이고, 第2主露光量은 240-12=228(sec)이 된다.

따라서, Total Exp.=bump exposure(12초)+2nd-main exp.(228초)=240=1st main exposure 가 된다.

이 같은 Case II의 方法은 bump exposure의 量및 Main Exposure 量의 變化에 따른 BDR의 變化를 가져오게 됨은 勿論이고, Bump exposure를 主露光의 一部처럼 取扱할수도 있게 한다.

Case III : 이 경우는 露光方法上의 差異를 고려하여 bump exposure와 main exposure는 完全히 別途도 取扱하는 경우이다.

本 test의 경우는 main exposure의 量은 固定(240sec)시키고, Bump exposure의 量만을 變化시켜서 이를 main exposure 量에 加하는 方法이다. 例컨데, Total exposure 量=bump exposure 量 + main exposure 量, 即 5% bump의 경우, Total exp.=12+240=252(sec).

이 3가지 Cases에 따른 Test의 結果를 表1에 나타낸다.

또한 이 表1을 바탕으로 농도 변화와 dot percentage의 相關關係를 Case I~III에 對하여 圖示하면 Fig.1~3가 된다.

Table 1. Gray scale Information & the results of cases

Step No. *1	A	1	2	3	4	5	6	M	8	9	10	11	12	13	14	15
Density of step	0.05	0.20	0.28	0.39	0.50	0.61	0.71	0.79	0.89	0.98	1.07	1.18	1.24	1.36	1.45	1.57
Reflectance	0.89	0.63	0.53	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.07				
Density of Negative by Main Exposure	2.42	1.36	1.00	0.80	0.60	0.41	0.30	0.21	0.14	0.08	0.04	0.02	(BDR = 0.98)			
dot-% of the Negative	96	90	84	75	61	50	38	28	17	9	5					
①density of 5% bump	0.11	0.03	0.02													
equidot (%)	22	7	5													
②density of 10% bump	3.38	2.33	0.95	0.10	0.05	0.03	0.02									
dot (%)		89	21	11	7	5										
③density of 15% bump	3.62	3.35	2.97	1.94	0.30	0.07	0.03	0.02								
dot (%)				99	50	15	7	5								
④density of 20% bump	3.68	3.57	3.46	3.13	2.23	0.42	0.09	0.04	0.02							
dot (%)						62	19	9	5							
①density of 5% bump	3.48	2.59	1.92	1.26	0.84	0.57	0.39	0.26	0.16	0.09	0.04	0.02	(BDR = 0.79)			
dot (%)		99	95	86	73	59	45	31	19	9	5					
②density of 10% bump	3.62	3.15	2.78	2.16	1.40	0.85	0.48	0.30	0.16	0.08	0.03	0.02	(BDR = 0.68)			
dot (%)						96	86	67	50	31	19	7	5			
③density of 15% bump	3.83	3.45	3.18	2.22	1.42	0.78	0.46	0.30	0.15	0.08	0.03	0.02	(BDR = 0.68)			
dot (%)						96	83	65	50	29	19	7	5			
④density of 20% bump	3.86	3.65	3.46	2.80	2.14	1.34	0.80	0.42	0.23	0.12	0.05	0.03	0.02	(BDR = 0.63)		
dot (%)						95	84	62	41	24	11	7	5			
①density of 5% bump	3.77	3.56	3.21	2.20	1.28	0.80	0.55	0.33	0.20	0.12	0.05	0.02	(BDR = 0.68)			
dot (%)						95	84	72	53	37	24	11	5			
②density of 10% bump	3.85	3.71	3.60	3.20	2.45	1.45	0.89	0.54	0.29	0.16	0.08	0.02	(BDR = 0.57)			
dot (%)						97	87	71	49	31	17	5				
③density of 15% bump	3.91	3.84	3.77	3.65	3.21	2.12	1.26	0.79	0.42	0.24	0.12	0.04	0.02	(BDR = 0.53)		
dot (%)						95	84	62	42	24	9	5				
④density of 20% bump	3.87	3.85	3.78	3.70	3.48	2.73	1.75	0.96	0.51	0.38	0.16	0.06	0.03	0.02	(BDR = 0.50)	
dot (%)						99	89	69	48	31	13	7	5			

* ① Step No는 19까지 있으나, 15번까지 표시함

* ② density of bump는 bump exposure에 의한 Nega의 density이고, equi dot (%)는 Solid density랑이 Integrating dot percentage에相當하는 량을 의미

* ③ density of bump는 bump랑과 main exposure랑을 합한 노광에 의해 얻어진 Nega上的의 농도이고, dot (%)는 Integrating halftone dot percentage이다.

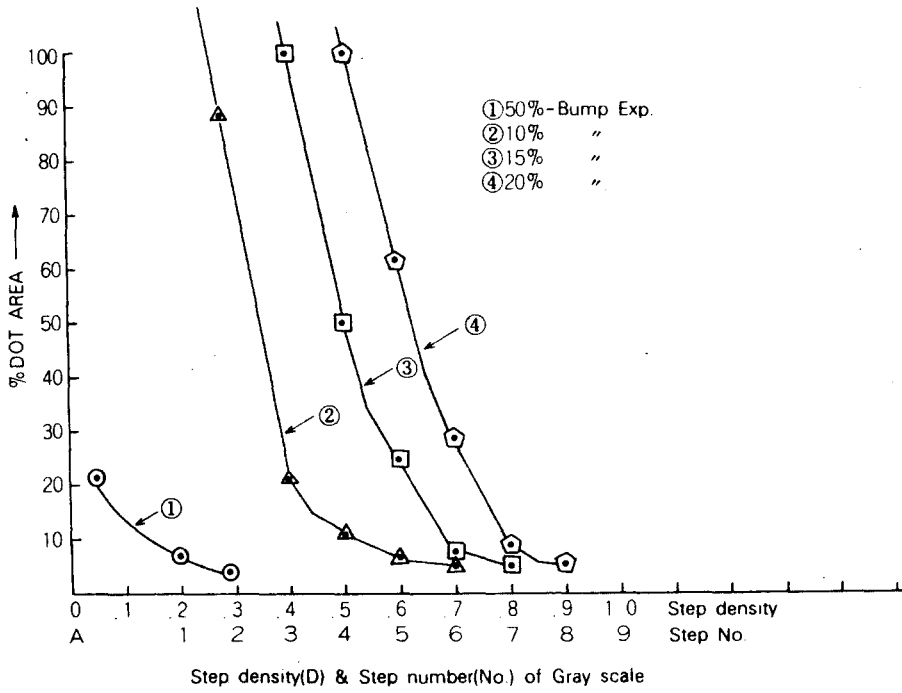


Fig. 1. Case I 의 Step density와 Equivalent dot percentage의 관계

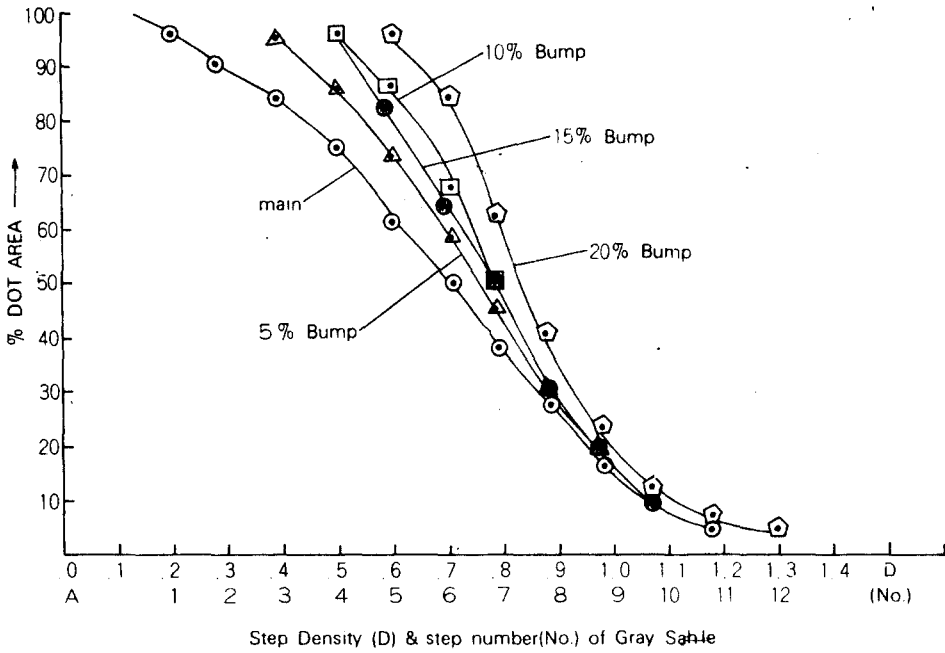


Fig. 2. Case II 의 Step density와 %-dot의關係

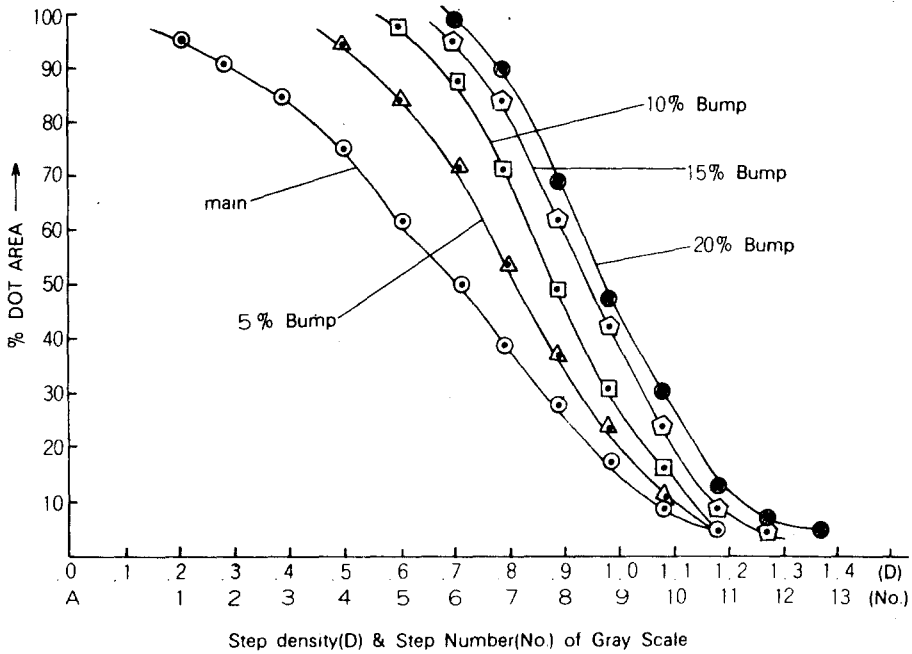


Fig. 3. Case III의 Step density와 %-dot의 關係

b) 結果의 分析

Case I : Bump Exposure 量이 10% 以上에서는 Nega 上의 濃度記錄이 Step No.A에서 6, 7, 8까지 일어나며, midtone 部의 露光量에 따른 濃度變化가 規則的인 反面, Highlight 部(특히 step No.A)에선 不規則的이며 15% 以上의 Bump exposure 에선 高亮度不軌가 나타나고 있다.

Bump exposure 量이 5%의 경우는, Nega 上의 濃度記錄이 Step No.A에서 2까지로 少量 나타나 10% - bump exposure 時의 Nega 上의 濃度記錄과는 매우 큰 差異를 나타내고 있다. 이것은 低露光量에 對한 Film 特性(특히 Latitude)에 起因되는 것이라 볼수 있다 (Fig.1.參考).

Bump exposure 에 依한 Nega 上의 H 와 M 部의 濃度記錄은 BDR 短縮의 基本이 됨을 알 수 있다. 왜냐하면 main exposure 에 依한 BDR 變化는 있을수 없기 때문이다.

Case II : Bump exposure 量의 增加와 이에 相應하는 main exposure 量의 減少에 따른 H 와 S의 位置變化를 보면, 15% Bump exp.까지는 S 部의 位置變化를 볼수 없으나, 20% bump exp.에서는 S 部의 位置變化를 볼수 있으며, 어느 경우에 있어서도 H 部의 位置는 變化하고 있다.

Bump exposure 의 量과 main exposure 量의 變化에 따른 Highlight 의 濃度變化를 計算에 依하여 求하여, Test 와의 關係를 살펴 보면,

① 5% - bump exposure 의 경우, 2nd main Exposure = 228(sec)이고, 이때의 H 의 濃도를 dm 으로 하면, 1st main exposure (=240sec)의 Highlight 농도 = 0.2임으로

$$dm = 0.2 - \Delta d \dots\dots\dots ①$$

Where, Δd : density change of 2nd Main exp.

그런데 露光量, E_m 은 Reflectance, $R(=\frac{1}{O_p})$ X 露光時間, T 임으로,

$$E_m = R \cdot T \rightarrow 228 = \frac{1}{O_p} \times 240$$

$$\therefore O_p(\text{Opacity}) = 1.05$$

$$\therefore \Delta d = \log O_p = \log 1.05 = 0.02$$

$$\therefore dm = 0.20 - 0.02 = 0.18$$

②위와 같은 方法에 依하여, (bump exposure = bump exposure 로 함)

$$10\% - \text{bump exposure 시 } dm = 0.15$$

$$15\% - \text{bump exposure 시 } dm = 0.13$$

$$20\% - \text{bump exposure 시 } dm = 0.10$$

이상에서 求한 bump exposure 量에 따른 dm 과 表1로 부터, 表2와 같은 結果를 얻을 수 있다.

Table 2. Bump exp 량과 $d_H^{*①}$ 變化

Bump 量	Main Exp. 量	$d_b^{*②}$	d_m	$d_b - d_m = d_H$
5% (2sec)	228sec	0.39	0.18	0.21
10% (24 ")	216 "	0.50	0.15	0.35
15% (36 ")	204s " "	0.50	0.13	0.37
20% (48 ")	192 "	0.61	0.10	0.51

*① d_H : Highlight density range (= $d_b - d_m$)

*② d_b : Bump exposure + main exp. 시의 H의 농도

表2에서 注目되는 것은 10%와 15% Bump Exposure에서의 Highlight의 농도가 一致하는 것은, test 結果(表1)에서도 同一位置에 Highlight가 있으며, Graph 2에서는 變化곡선이 거의 一致되어 있는 原因이 된다.

또한 表2에서 bump exposure 量에 따른 d_H 의 變化를 살펴 보면 5%~10% bump exp.에서는 0.21~0.35 ($\Delta d_H = 0.14$)이고, 10%~20% bump exp.의 경우는 0.35~0.51 ($\Delta d_H = 0.16$)로 平均 d_H 變化量 (Δd_H) = 0.15가 된다.

지금 Bump Exposure 量(E_b)의 比 = 5% : 10% : 20% = 1 : 2 : 4를 $\log E_b$ 로 表示하면,

$\log E_b = \log 1 : \log 2 : \log 4 = 0 : 0.3 : 0.6$ 이 된다. d_H 의 變化와 $\log E_b$ 의 變化關係를 graph로 表示하면 Fig.4와 같으며, 여기에 나타난 直線의 式은

$$d_H = 0.5 \log E_b + 0.21 \dots\dots\dots ②$$

이 된다.

勿論 Eq(2)는 本 case II의 方式에 依하여, Bump exposure 量이 20% 以下에서 近似的으로 成立된다고 볼수 있다. Eq(2)를 一般式으로써 $d_H = A \log E_b + B \dots\dots (3)$ 로 表示할수도 있으나, Case II 方法을 准해야하고, A, B의 값은 計算에 依하여 定한뒤, d_H 를 求하고, d_b 의 位置를 豫想할수는 있음으로, 逆으로 d_b 또는 d_H 의 값을 설정한뒤 bump exposure의 量과 2nd main exposure 量을 設定할 수도 있을 것이다.

Case II의 경우 bump exposure 量에 따른 BDR의 變化를 살펴 보면,

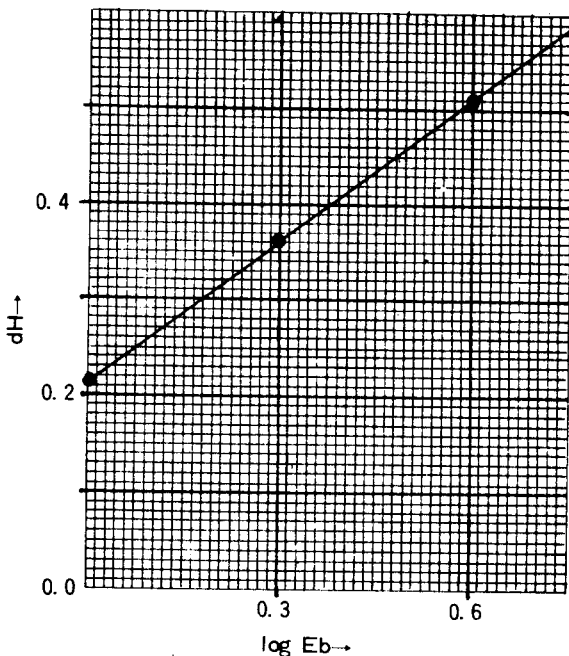


Fig. 4. Bump Exp량에 따른 dH 變化

또한 Bump exposure 量이 15% 以上에서는 共히 S의 位置變化와 H의 位置가 變換뿐만 아니라, step No.A에서는 露光過多로 因한 反轉現象(reversal effect)까지 보이고 있어서, 適當한 bump 量으로 볼수 없다(Fig.3 參照).

III. 結 論

Bump Exposure에 따른 BDR의 變化는 上記한 case II와 case III로 나눌수 있다. Test result의 分析에서 알수 있는 바와같이 case III의 特徵은 main exposure의 量은 하나로 固定시키고, 이 量의 一定 percentage의 bump Exposure를 加해 줌으로써, 비교적 그 方法이 簡單하기는 하지만은, 10% 以上の Bump exposure는 不適當한데 다가, 10% 以下の Bump Exposure에서도 BDR의 短縮이 너무 甚함으로 차라리 5% 以下の Bump exposure 경우에만 適當할것 같다.

한편 case II의 경우는 加해주는 Bump exposure 量만큼 main exposure-量을 減한 第2의 main exposure 量을 求해야 하지만은, total Exp.量이 main exposure 量과 同一하다는 點에 그 特徵이 있다. 또한 case III 보다는 bump exposure를 許容할수 있는 範圍가 넓으며(15%까지), 同時에 H나 M의 濃度增加도 case III에 比하여 훨씬 부드러우므로, Highlight를 enhance 함은 勿論 detail도 case III보다 더 効果的으로 나타낼수 있을 것으로 생각된다.

그외도 近似的이기는 해도, Eq(3)을 利用하면, Bump exposure 量에 對한 Highlight의 濃度

BDR of main exposure(240sec)=
0.98

BDR of (5% bump + 2nd
main(228sec))exp.=1.18-0.39=0.79

BDR of (10% bump + 2nd
main(216sec))exp.=1.18-0.50=0.68

BDR of (15% + 2nd
main(204sec))exp.=1.24-0.61=0.63

即, main exposure 만에 依한 BDR 보다 bump를 加했을때의 BDR이 短縮되어 있으며, 5% bump exp.에서 그 變化가 가장 심하며, 10% bump exp.이상에서는 BDR이 거의 모두 같다. 그러나 20% bump의 경우에선 S方向으로 농도 증가, 即 shadow에 bump Exposure의 영향이 미침으로, 適當한 量으로는 볼수 없다 (Fig. II. 參考)

Case III : Bump exposure 量이 10%까지는 S의 位置엔 變化가 없으나, H의 位置는 5%에서 3 steps, 10%에서 4 steps로 그 變化가 case II에 比하여 매우 크다.



Fig. 5. 원고 (High key-tone)



Fig. 6. Tone Reproduction by 2.5% Bump Exposure (BDR = 0.87)

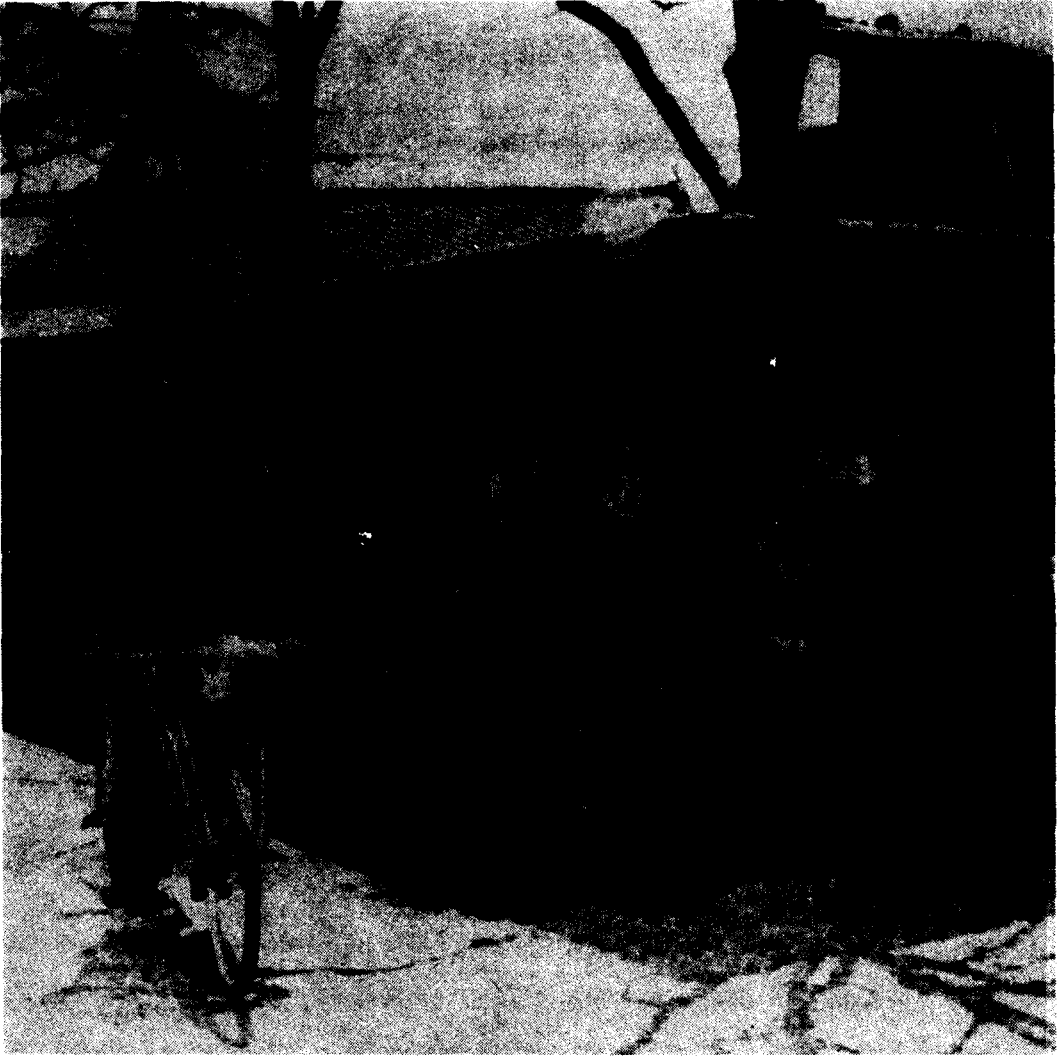


Fig. 7. Tone Reproduction by 5%-Bump Exposure (BDR=0.79)



Fig. 8. Tone Reproduction by 10%-Bump Exposure (BDR=0.68)

(d_H)를豫見할수 있으며, 反對로 d_H 를 設定하여 bump exposure 量을 定할수도 있을 것이다.

結論的으로, Bump exposure 量의 變化에 따른 BDR의 變化를 Control 하는 方法으로는 case II의 方法이 보다 適當한 것으로 생각된다. 參考로 이 方法에 依한 Tone reproduction의 結果를 Fig.5,6,7,8에 表示한다.

끝으로 本 Test를 위하여 많은 協助를 하여 주신 李時雨先生任에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

Referances

- ①Kodak,Q-3 : Halftone methods for the Graphic Arts, Kodak 1983.
- ②Du Pont : The Contact Screen Story, du Pont.
- ③John Cogoli : Graphic Arts protography : Black and white, GATF,19
- ④長谷川 茂 : 寫眞製版技術, 印刷出版, 昭和51
- ⑤JAGAT : 寫眞製版 핸드ブック, 單色編, 昭和54