

- ()

:()

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

Superpave Volumetric Mix Design Method

: -

:

(Materials Selection)	-
(Selection of Design Aggregate Structure) ()	-
(Determining Optimum Asphalt Binder content)	-
(Valuation of Moisture Sensitivity of Mixture)	-
Superpave Mix Design,)	
	(SP 2
	.AASHTO TP-4, AASHTO T-PP2

/

(Hot Bins)

(Job Mix Formula)

.AASHTO T-283

- ()

-

:

-

(- -)

.PG70-10

-

PG 70

(- -)

PG76

PG 64

()

PG 64

/ () / ()

.PG76-10

PG 76-10

.(- -)

(Rotational Viscometer)

(- -)

-

- ()

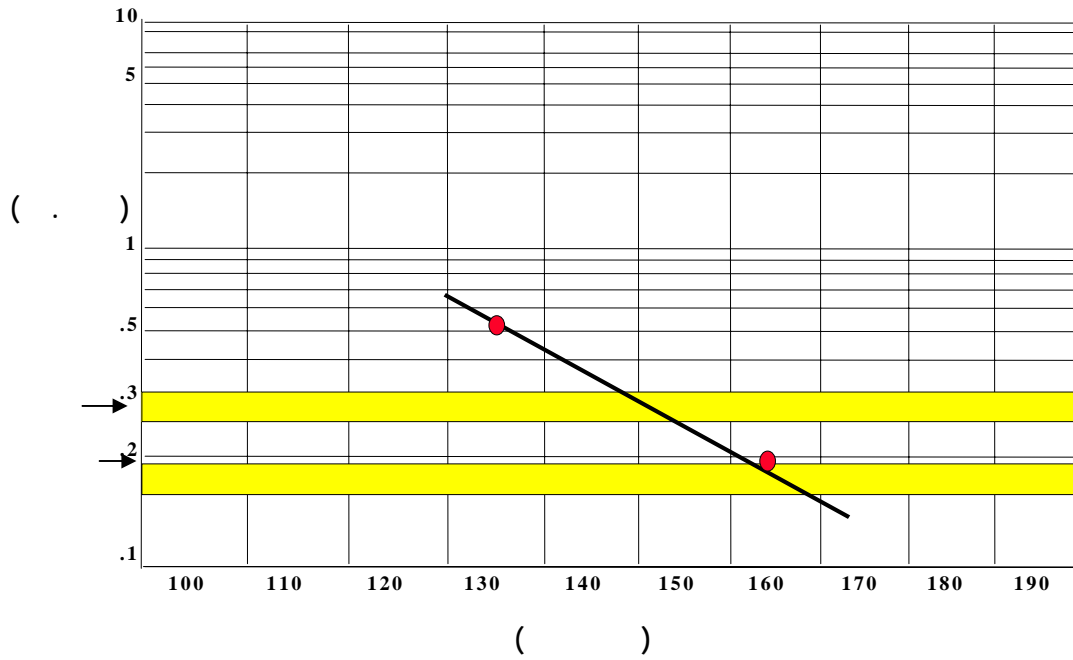
:(- -)

	()	Loss: 0.2 %						* mm/min		
			10 rad/s (1.6Hz)	10 rad/s (1.6Hz)	10 rad/s (1.6Hz)		at 60 sec			
			$G^*/\sin\delta$	$G^*/\sin\delta$	()	$G^*\sin\delta$	()		(m)	
			,	,	()	()	,			%
PG 64					-					
					-					
					-					
					-					
					-					
PG 70					-					
					-					
					-					
					-					
					-					
PG 76				,	-	,	,			
				,	-	,	,			
					-					
					-					
					-					
PG 82					-					
					-					
					-					
					-					
					-					

*

- ()

PG76-16



:(- -)

: -

.(- -)

:(- -)

(G_{sa})	(G_{sb})	()
,	,	
,	,	,
,	,	,
,	,	
,	,	

-

- ()

(Consensus Properties)

Source)

(- -)

(Properties

)

(- -)

ASTM D 5821

(,

:(- -)

% ()	% ()	()
		,
		,

(- -)

()

(- -)

AASHTO T-

.304

()

:(- -)

% ()	()

(- -)

- ()

% %

(- -)

:(- -)

()			
,	,		
			% Loss Angels Abrasion
			% Soundness ()
,	,	,	% Deleterious Materials

(Selection of Design Aggregate Structure) :

-

(-)

(- -)

-

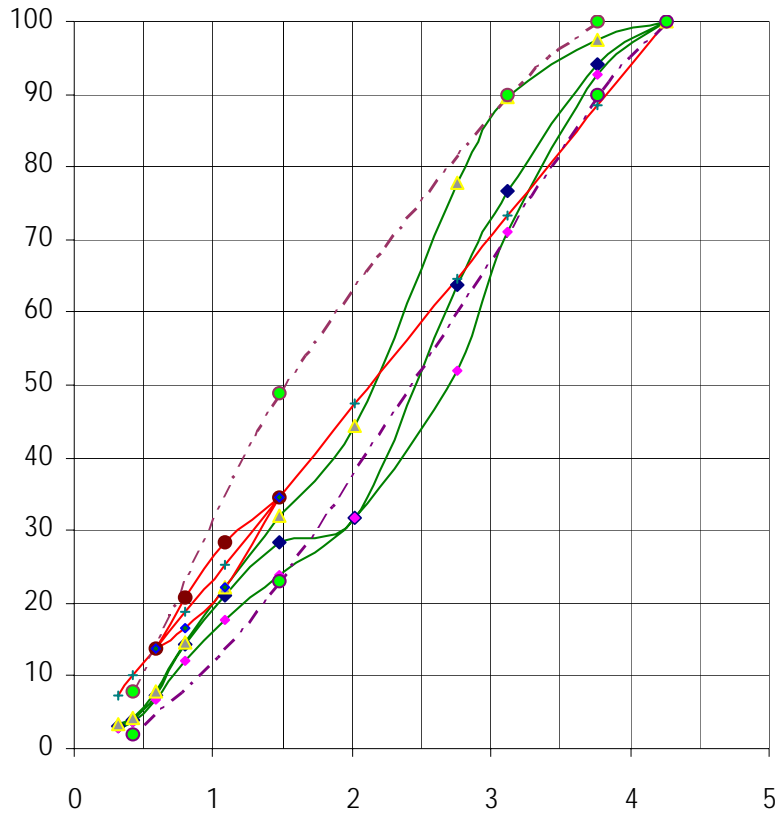
- ()

(- -)
.(- -)

:(- -)

					(,)	(,)	()	
			%	%	%	%	%	()
			%	%	%	%	%	()
			%	%	%	%	%	()
()	()	()						
,	,	,					,	
,	,	,				,	,	,
,	,	,	,		,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	,	,	,	,	,	,

- ()



:(- -)

-

- ()

: -

ASTM D 2041 AASHTO T-209

)

AASHTO T-283 (

: -

AASHTO PP-28

(- -)

:(- -)

%	()
,	,
,	,
,	,
,	,
,	,

:

: (G_{se})

-

$$G_{se} = G_{sb} + A (G_{sa} - G_{sb})$$

A

:

-

- ()

$$G_{se} = 2.754 \quad -$$

$$G_{se} = 2.755 \quad -$$

$$G_{se} = 2.754 \quad -$$

: -

$$V_{ba} = \frac{P_s(1-V_a)\left(\frac{1}{G_{sb}} - \frac{1}{G_{se}}\right)}{\frac{P_b}{G_b} + \frac{P_s}{G_{se}}}$$

:

$$= V_{ba}$$

$$(,) = P_b$$

$$(,) = G_b$$

$$(,) = P_s$$

$$(,) = V_a$$

G_{sa}	G_{sb}
2.768	2.699
2.769	2.697
2.767	2.701

:

$$/ , = () -$$

$$/ , = () -$$

$$/ , = () -$$

: (V_{be}) -

$$V_{be} = 0.176 - 0.0675 (\text{Log}(S_n))$$

:

- ()

$$S_n =$$

/ , =

: (P_{bi}) -

$$P_{bi} = \frac{Gb(V_{be} + V_{ba}) \times 100}{(G_b(V_{be} + V_{ba})) + W_s}$$

:

: () = W_s

$$W_s = \frac{P_s \times (1 - V_a)}{\frac{P_b}{G_b} + \frac{P_s}{G_{se}}}$$

- -)

. (

:(- -)

(P _{bi})	(W _s)	
% ,	,	()
% ,	,	()
% ,	,	()

(Gyratory)

(G_{mm})

%

- ()

PG76-16

.(-)

-

:

$$N_{ini} = -$$

$$N_{des} = -$$

$$N_{max} = -$$

AASHTO T-166.

G_{mb}

G_{mm}

$(G_{mm} @ N_{des})$

:

N_x

$\%G_{mm}$

$$\%G_{mm} @ N_x = \frac{(\%G_{mm} @ N_{des})(H @ N_{des})}{H @ N_x}$$

(- -) (- -)

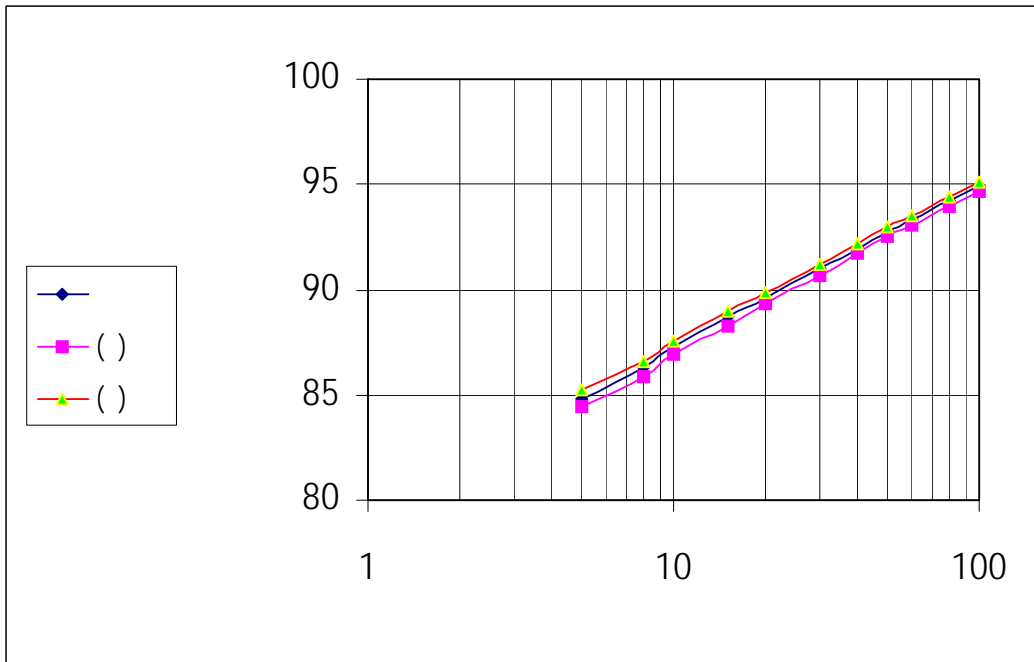
(- -) (- -)

-

- ()

:(- -)

% %G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
,	,	,	,		
,	,	,	,		
	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,		,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,		
,	,	,			
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
	G _{mm}	,		,	G _{mb}
		,		,	G _{mm}



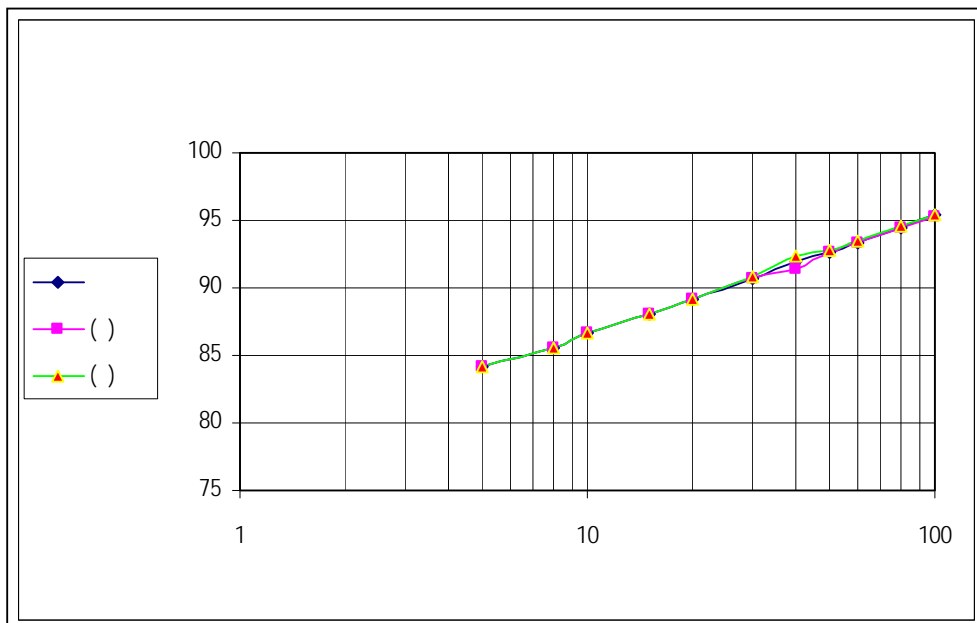
% ,

:(- -)

- ()

:(- -)

% % G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
		,		,	G _{mb}
		,		,	G _{mm}



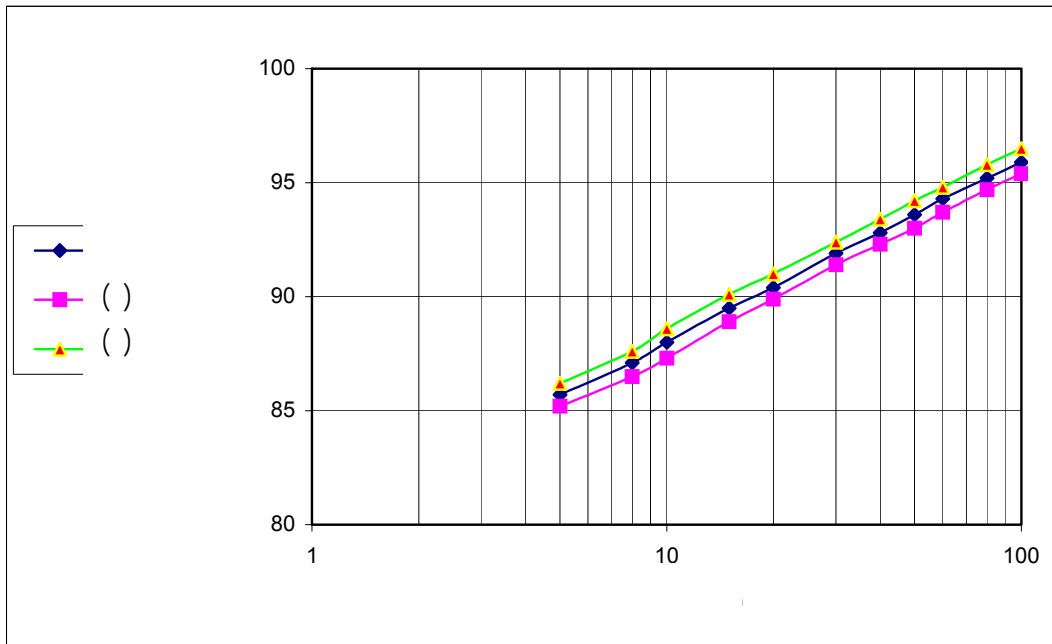
% ,

:(- -)

- ()

:(- -)

% % G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
		,		,	G _{mb}
		,		,	G _{mm}



% ,

:(- -)

- ()

:

-

(- -)

:(- -)

%G _{mm} @N _{ini}	%G _{mm} @ N _{des}	
,	,	
,	,	
,	,	

% G_{mm} @ N_{max}

()

(VFA)

(VMA)

N_{max}

N_{des}

%

N_{ini} N_{des}

: N_{des}

$$V_a = 100 - \% G_{mm} @ N_{des}$$

: VMA

$$\%VMA = 100 - \frac{(\%G_{mm} @ N_{des})(G_{mm})(P_s)}{G_{sb}}$$

:

$$N_{des} = V_a$$

$$N_{des} = G_{mm} \% @ N_{des}$$

$$() = VMA$$

$$= G_{mm}$$

-

- ()

$$= G_{sb}$$

$$= P_s$$

. (- -)

:(- -)

% (VMA)	% (V _a)	%G _{mm} @ N _{ini}	%G _{mm} @ N _{des}	%AC	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	

%

() % N_{des}
.%

: %

$$P_{b (estimated)} = P_{bi} - (0.4(4 - V_a))$$

N_{des} (VFA) (VMA)

: N_{ini}

$$VMA \%_{(estimated)} = VMA_{(initial)} + C (4 - V_a)$$

$$VFA_{(estimated)} = \frac{100(VMA_{(estimated)} - 4.0)}{VMA_{(estimated)}}$$

- ()

$$\% G_{mm} @ N_{ini} (\text{estimated}) = \% G_{mm} (\text{trial}) @ N_{ini} - (4.0 - V_a)$$

:

$$P_b (\text{estimated}) =$$

$$\left(\quad \right) = P_{bi}$$

$$N_{des} \left(\quad \right) = V_a$$

$$= VMA \%_{(\text{estimated})}$$

$$\% \quad 0.1 = \left(\quad \right) C$$

$$\% \quad 0.2 =$$

D_p

$$\left(\quad \right) \left(\quad \right) ,$$

:

$$P_{be} = P_{best} - \frac{(P_s \times G_b)(G_{se} - G_{sb})}{G_{se} \times G_{sb}}$$

:

$$\% = P_{be}$$

$$\% = P_s$$

$$= G_b$$

$$= G_{se}$$

$$= G_{sb}$$

$$= P_b$$

$$= P_{best}$$

:

$$D_p = \frac{P_{(0.075)}}{P_{be}}$$

$$, = P_{0.075}$$

$$. = P_{be}$$

(- -)

%

.

-

- ()

:(- -)

$\%G_{mm} @ N_{ini}$	$\% VMA$	$\% V_a$	$\% VFA$	$\%$	(P_b) $\%$	$\% (P_{b ni})$	
,	,			,	,	,	
,	,		,	,	,	,	
,	,		,	,	,	,	

(- -)

, - , (D_p)

VMA

()

()

()

:

-

%

% ,

.% ,

N_{des}

-

- ()

VMA

Va

VFA

%

%

.G_{mm}

()

(- -)

- -)

(- - - - -

- -)

(- -)

.(- -)

(- -)

(

()

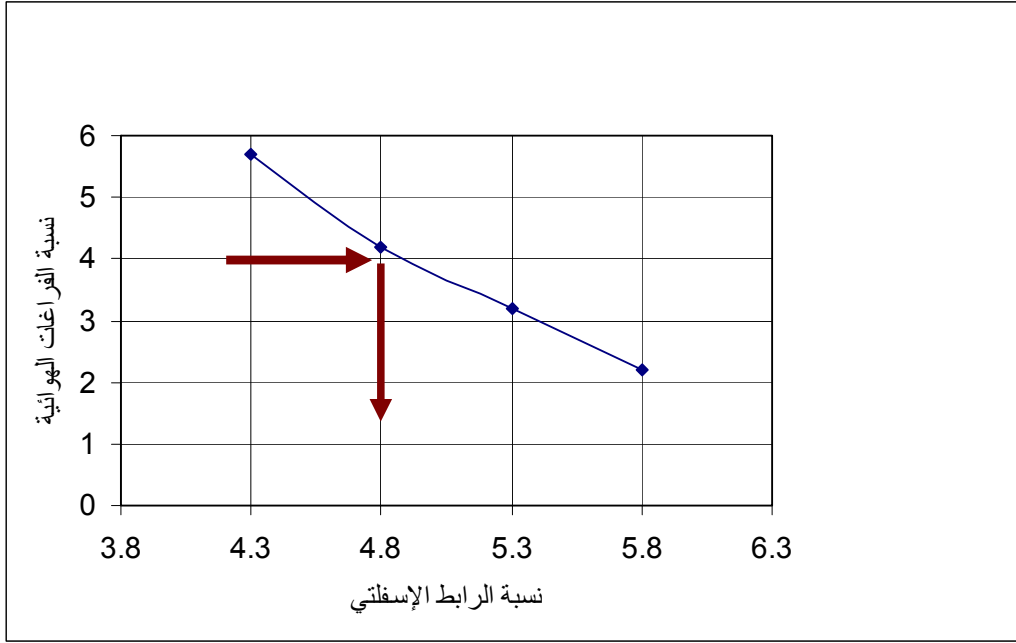
(- -)

.% ,

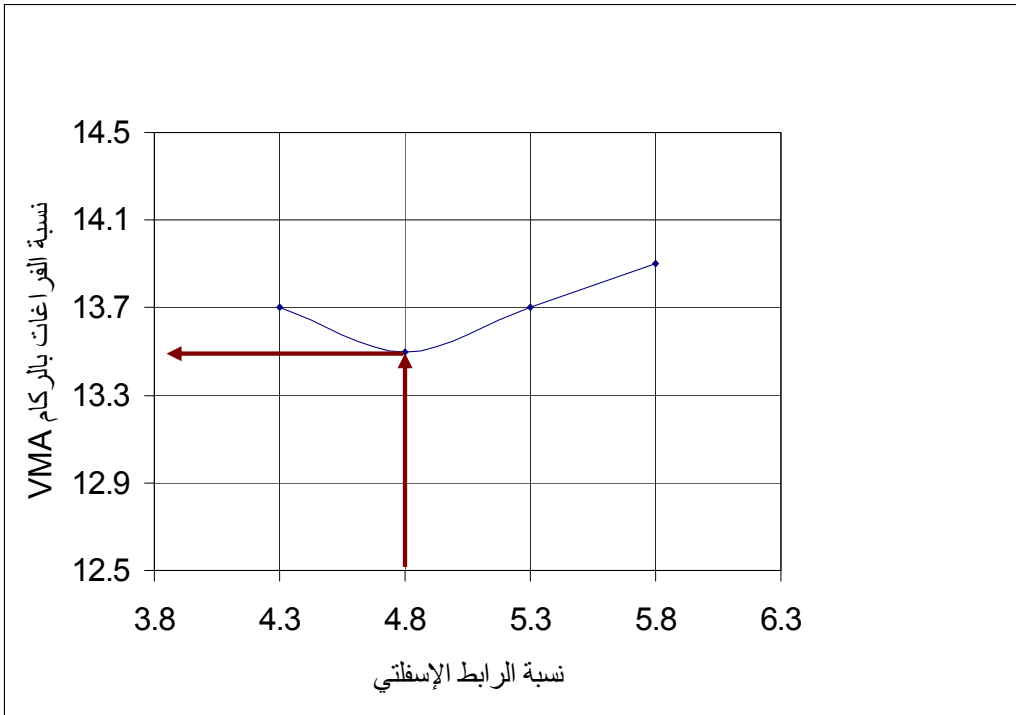
:(- -)

%G_{mm}@N_{ini}	%G_{mm}@N_{des}	%	% VMA	%Va	% VFA	%AC
'	'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'	'

- ()

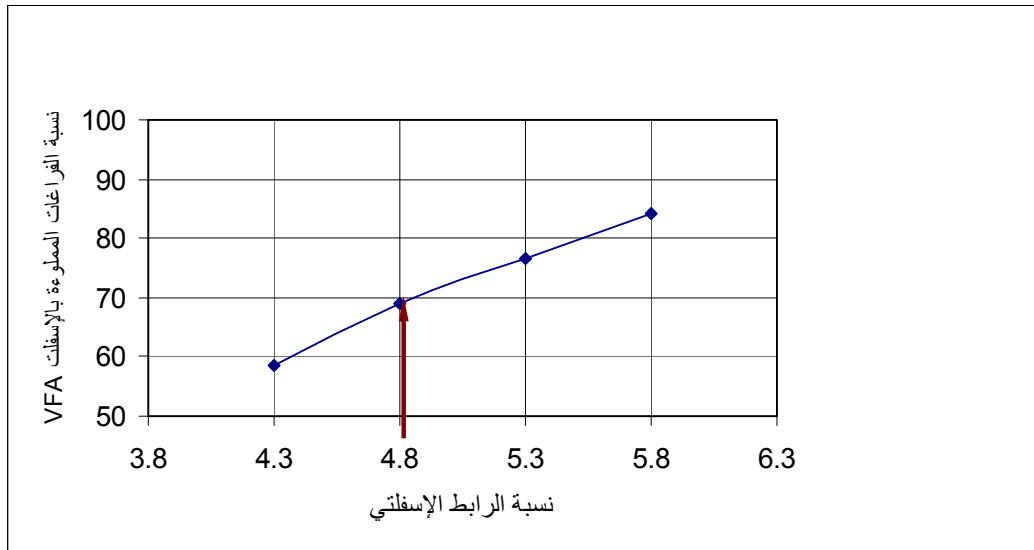


:(- -)



:(- -)

- ()



:(- -)

% ,

:(- -)

%	%	
		% Air Voids
	,	% VMA
-		% VFA
, - ,	,	
	,	

:N_{max}

-

%

()

.()

% ,

(- -)

% ,

-

- ()

(Moisture Sensitivity)

-

AASHTO T-283

"

"

(Resistance of Compacted Bituminous Mixture Induced Damage)

%

.()

()

.%

(- -)

.% ,

()

% ,

:(- -)

% % G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
'	'		'	'	
'	'	'	'		
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'		
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'		
		'		'	G _{mb}
		'		'	G _{mm}

-

- ()

% ,

:(- -)

% G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,			,	,	
,	,	,	,	,	
,	,		,	,	
		,		,	G _{mb}
		,		,	G _{mm}

% ,

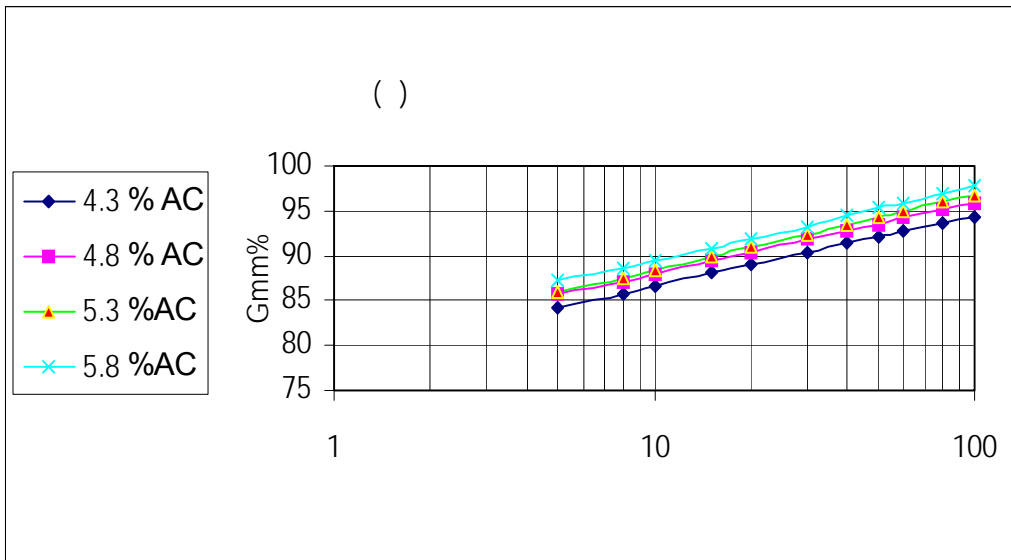
:(- -)

% G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
,	,	,			
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,		,	
	,	,		,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
			,	,	
		,	,	,	
,	,	,	,	,	
		,		,	G _{mb}
		,		,	G _{mm}

- ()

% , : (- -)

% % G _{mm}					
	% G _{mm}	Ht	% G _{mm}	Ht	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
'	'	'	'	'	
		'		'	G _{mb}
		'		'	G _{mm}



: (- -)

- ()

:(- -)

% ,

N_{max}

% % G_{mm}					
	% G_{mm}	Ht	% G_{mm}	Ht	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
,	,	,	,	,	
		,		,	G_{mb}
		,		,	G_{mm}

- ()

()

:(- -)

'	'	'	'	'	'	D ()	
'	'	'	'	'	'	t ()	
'	'	'	'	'	'	A ()	
'	'	'	'	'	'	B	
'	'	'	'	'	'	C ()	
'	'	'	'	'	'	E = B-C	
'	'	'	'	'	'	F= A/E	
'	'	'	'	'	'	G	
'	'	'	'	'	'	H	
'	'	'	'	'	'	I	
						P N,	
			'	'	'	K	
			'	'	'	L	
			'	'	'	M = K-L	
			'	'	'	N = K-A	
			'	'	'	100N/I	
			'	'	'	100 (M-E)/E	
			'	'	'	Q ()	
			'	'	'	R	
			'	'	'	S	
			'	'	'	R-S = T	
			'	'	'	R-A= Y	
			'	'	'	(100Y/I)	
			'	'	'	(100(T-E/E))	
						(N)	
						(2000P/t D_p)	
						(2000Z/Q D_p)	
					'		%