

加熱アスファルト混合物の 施工性能の定量的評価 に関する一検討

(財) 港湾空港建設技術サービスセンター
八谷好高、○北落謙太郎、渡邊 隆

背景

【日本】

- 設計については性能規定型が導入されているが、施工は仕様規定型で、検査の結果は合格か不合格のいずれか（中間的なものは通常はない）。

【米国】

- 道路、空港の舗装工事で性能評価型の工事費の支払い方法。
- 規格値を満たさなくても合格（但し、減額）としたり、品質が良ければ増額とする。

米国における舗装の品質評価システム

品質に応じて支払額を調整

→加熱アスファルト混合物の密度と空隙率から P° ファクターを計算

PWL（測定値が規格値を満たしている割合）に基づき決定される。

PWLは密度の平均値 $\bar{X}$ 、標準偏差 S_n 、下限規格値 $L(=96.3\%)$ より求められる。

支払額の調整

PWL Percentage of material Within specification Limits	L P F (%) : Lot Pay Factor 当初の契約額に対する支払額の割合
96~100	106
90~95	PWL+10.0
75~89	0.5PWL+55.0
55~74	1.4PWL-12.0
55未満	やり直し（例外規定可能）

米国における舗装の品質評価システム

PWL

FAA(米連邦航空局) :
Standards for Specifying
Construction of Airports ,
AC 150/5370-10E , 2009 .

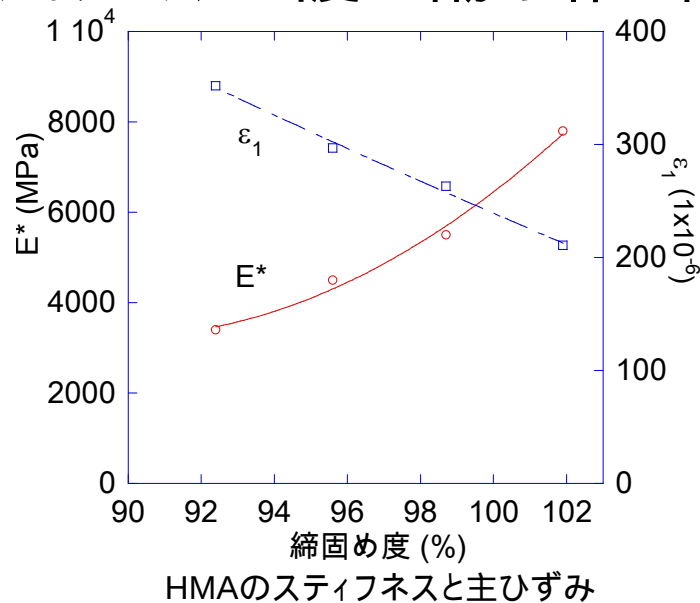
TABLE 1. TABLE FOR ESTIMATING PERCENT OF LOT WITHIN LIMITS (PWL)

Percent Within Limits (P_L and P_U)	Positive Values of Q (Q_L and Q_U)							
	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
99	1.1541	1.4700	1.6714	1.8008	1.8888	1.9520	1.9994	2.0362
98	1.1524	1.4400	1.6016	1.6982	1.7612	1.8053	1.8379	1.8630
97	1.1496	1.4100	1.5427	1.6181	1.6661	1.6993	1.7235	1.7420
96	1.1456	1.3800	1.4897	1.5497	1.5871	1.6127	1.6313	1.6454
95	1.1405	1.3500	1.4407	1.4887	1.5181	1.5381	1.5525	1.5635
94	1.1342	1.3200	1.3946	1.4329	1.4561	1.4717	1.4829	1.4914
93	1.1269	1.2900	1.3508	1.3810	1.3991	1.4112	1.4199	1.4265
92	1.1184	1.2600	1.3088	1.3323	1.3461	1.3554	1.3620	1.3670
91	1.1089	1.2300	1.2683	1.2860	1.2964	1.3032	1.3081	1.3118
90	1.0982	1.2000	1.2290	1.2419	1.2492	1.2541	1.2576	1.2602
89	1.0864	1.1700	1.1909	1.1995	1.2043	1.2075	1.2098	1.2115
88	1.0736	1.1400	1.1537	1.1587	1.1613	1.1630	1.1643	1.1653
87	1.0597	1.1100	1.1173	1.1192	1.1199	1.1204	1.1208	1.1212
86	1.0448	1.0800	1.0817	1.0808	1.0800	1.0794	1.0791	1.0789
85	1.0288	1.0500	1.0467	1.0435	1.0413	1.0399	1.0389	1.0382
84	1.0119	1.0200	1.0124	1.0071	1.0037	1.0015	1.0000	0.9990
83	0.9939	0.9900	0.9785	0.9715	0.9671	0.9643	0.9624	0.9610
82	0.9749	0.9600	0.9452	0.9367	0.9315	0.9281	0.9258	0.9241
81	0.9550	0.9300	0.9123	0.9025	0.8966	0.8928	0.8901	0.8882
80	0.9342	0.9000	0.8799	0.8690	0.8625	0.8583	0.8554	0.8533
79	0.9124	0.8700	0.8478	0.8360	0.8291	0.8245	0.8214	0.8192
78	0.8897	0.8400	0.8160	0.8036	0.7962	0.7915	0.7882	0.7858
77	0.8662	0.8100	0.7846	0.7716	0.7640	0.7590	0.7556	0.7531
76	0.8417	0.7800	0.7535	0.7401	0.7322	0.7271	0.7236	0.7211
75	0.8165	0.7500	0.7226	0.7089	0.7009	0.6958	0.6922	0.6896
74	0.7904	0.7200	0.6921	0.6781	0.6701	0.6649	0.6613	0.6587
73	0.7636	0.6900	0.6617	0.6477	0.6396	0.6344	0.6308	0.6282
72	0.7360	0.6600	0.6316	0.6176	0.6095	0.6044	0.6008	0.5982
71	0.7077	0.6300	0.6016	0.5878	0.5798	0.5747	0.5712	0.5686
70	0.6787	0.6000	0.5719	0.5582	0.5504	0.5454	0.5419	0.5394
69	0.6490	0.5700	0.5423	0.5290	0.5213	0.5164	0.5130	0.5105
68	0.6187	0.5400	0.5129	0.4999	0.4924	0.4877	0.4844	0.4820
67	0.5878	0.5100	0.4836	0.4710	0.4638	0.4592	0.4560	0.4537
66	0.5563	0.4800	0.4545	0.4424	0.4355	0.4310	0.4280	0.4257
65	0.5242	0.4500	0.4255	0.4139	0.4073	0.4030	0.4001	0.3980

加熱アスファルト混合物の密度と疲労寿命

■ スティフネスの推定(マサチューセッツ大学)

混合物のスティフネスは密度の増加に伴い増加する



加熱アスファルト混合物の密度と疲労寿命

■ 疲労破壊曲線

$$N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\varepsilon} \right)^{\beta} \times \left(\frac{1}{E} \right)^{\gamma}$$

N_f = 破壊に至るまでの破壊回数

ε = アスファルト混合物に発生する引張ひずみ

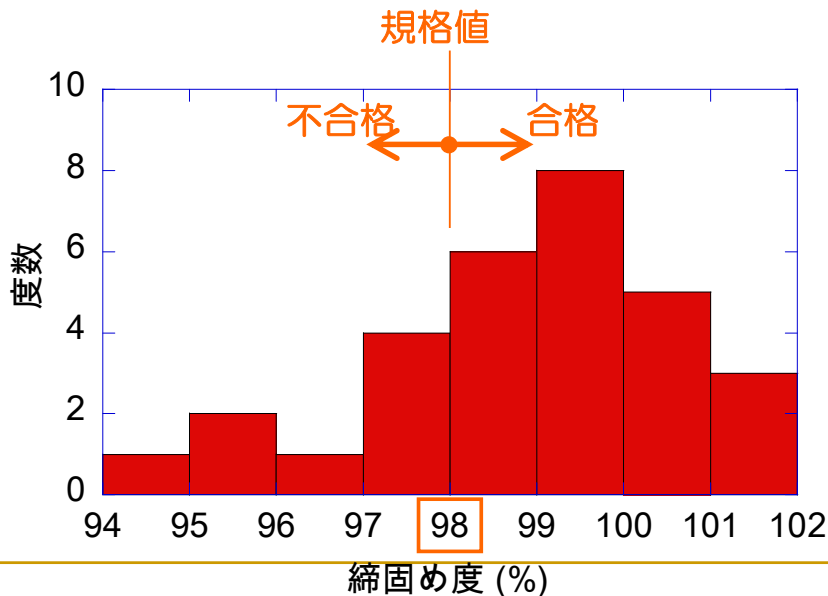
E = アスファルト混合物の弾性係数

α 、 β 、 γ は係数

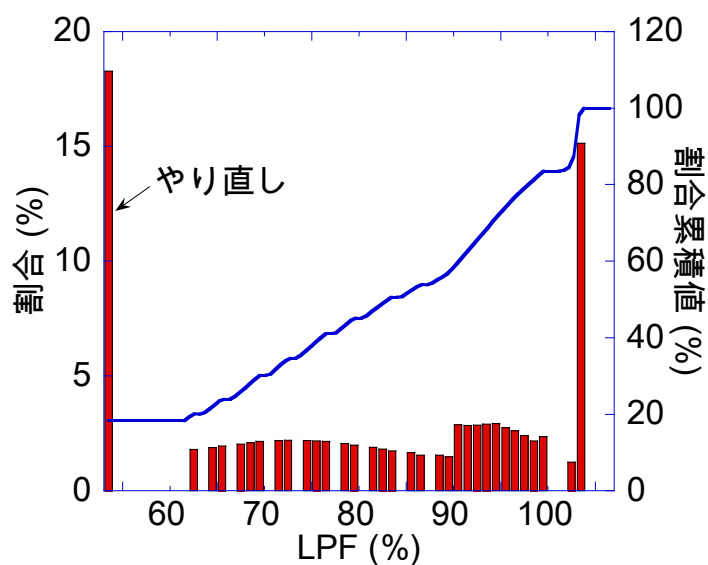
アスファルト舗装表層の密度の測定事例

コア（30個）の締固め度の度数

30個から5個を選び母集団をつくる ${}_{30}C_5$



LPF(当初の契約額に対する支払額の割合)の計算事例

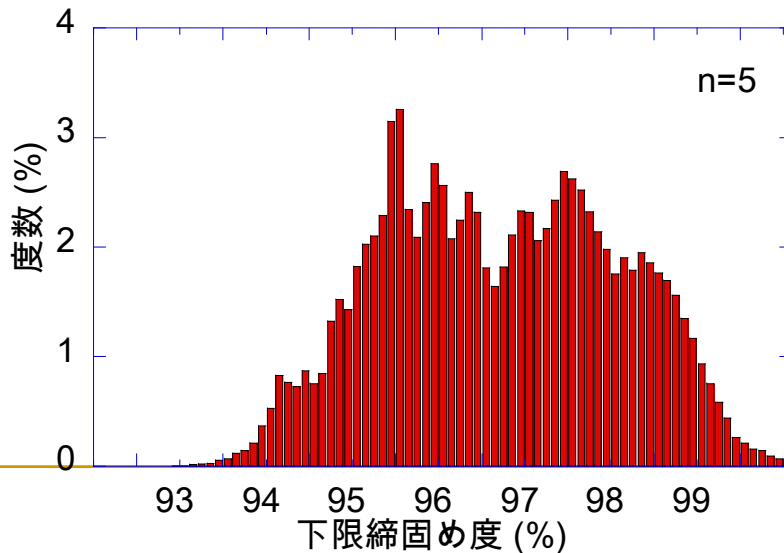


- 締固め度の下限を98%としたLPFの割合

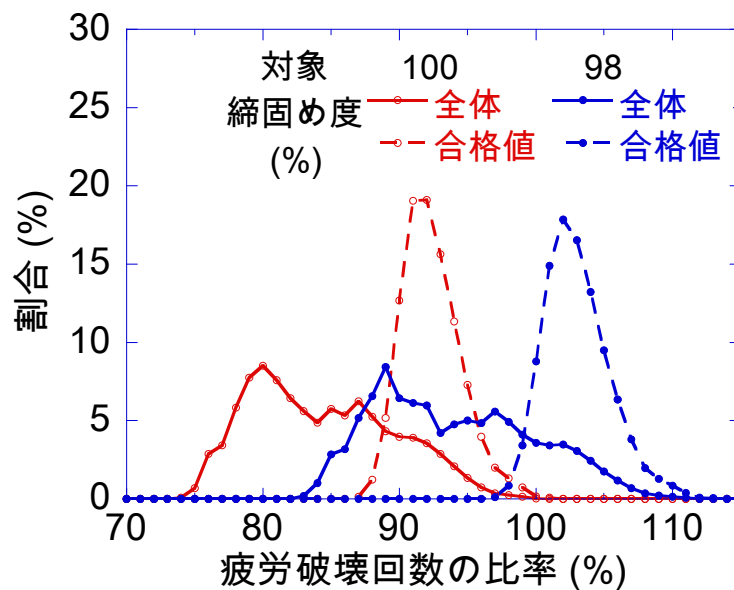
PWLアスファルト舗装表層の密度の測定事例

下限締固め度の度数の算出手順

- ①任意の5個のデータを抽出して正規分布を仮定
- ②全体の90%以上が含まれる値を下限締固め度
- ③任意の5個の組み合わせ（場合の数） ${}_{30}C_5$ について行う

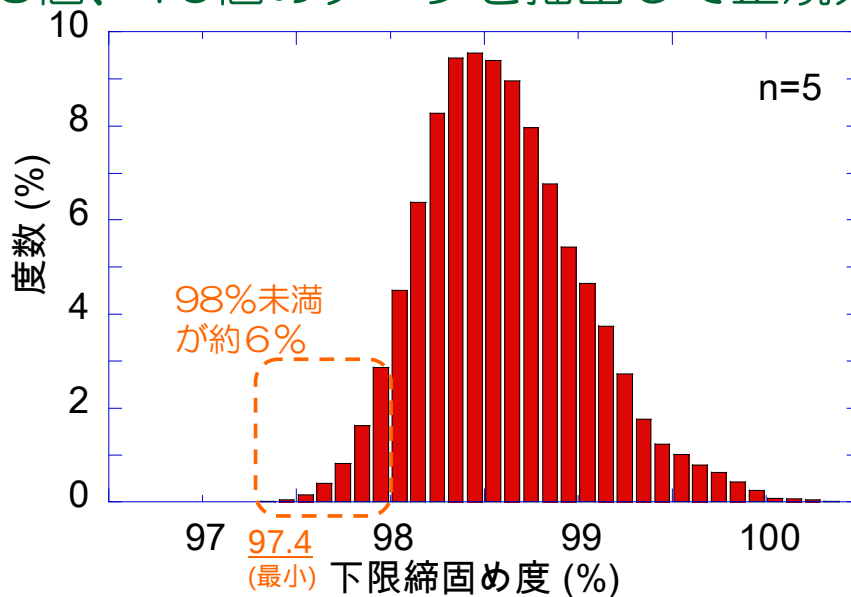


締固め度と疲労破壊回数

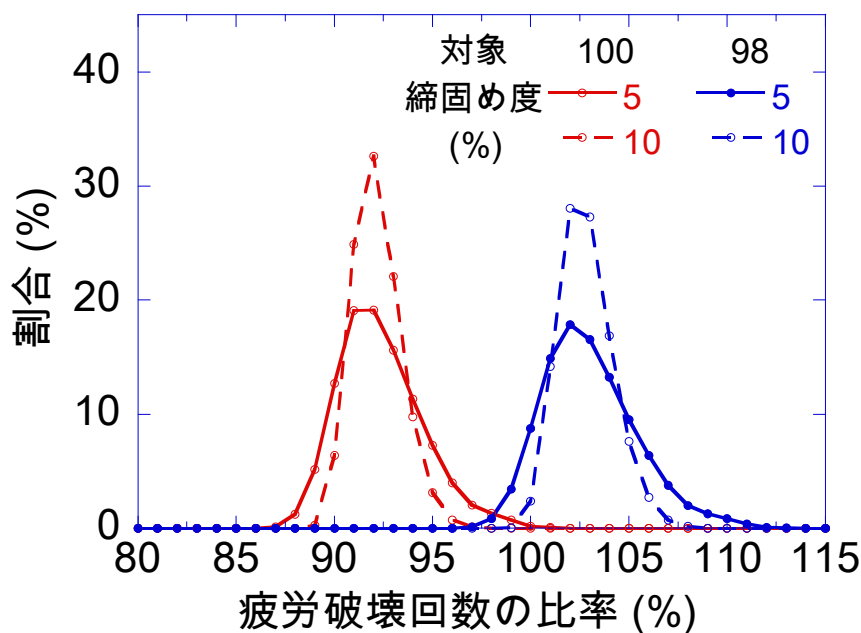


PWLアスファルト舗装表層の密度の測定事例

基準密度(98%)を満足する22個のデータから任意の5個、10個のデータを抽出して正規分布を仮定



サンプリング数による性能の違い



まとめ

アスファルト舗装表層の締固め度を取り上げて、施工性の定量化について検討した。得られた知見は以下の通り。

- ◆施工の優劣により舗装の性能が大きく変化することを、混合物の密度、スティフネス、ひずみおよび疲労回数を用いて定量的に表すことができる。
 - ◆この定量化手法を用いることにより、現行の施工管理検査方法（締固め度の合格判定値、試験頻度）を照査することが出来る。
-