

数十年前の施工時にできた有効内部温度差の定量化 —ワシントン州東部における古い普通コンクリート舗装

Quantifying Effective Built-in Temperature Difference for Decades-Old Jointed Plain Concrete Pavements in Eastern Washington State
Zhao Chen, Somayeh Nassiri, Jeff Uhlmeyer (米国)

この論文では、ワシントン州東部で実施された長期舗装性能(LTPP)の4個所の普通コンクリート舗装(JPCP)区間から、15枚のセメントコンクリート

(PCC)版を解析、そり変形を考察した。表1、図1に調査個所の履歴と断面構成を示す。

この研究では、経時的にFWDを測定しつつ、そ

表1 解析個所の経歴

SHRP ID	Route Direction	County, State	Average Yearly KESALs	Construction Date	Traffic Open Date	Maintenance & Rehabilitation Event
53-3013	U.S195 North Bound	Spokane, WA	628	10/1/1970	2/1/1971	Grinding Surface; Joint Load Transfer Restoration on 4/1/2010
53-3014	U.S395 North Bound	Franklin, WA	541.0	4/1/1986	4/1/1987	None
53-3019	Interstate 82 East Bound	Benton, WA	625.5	8/1/1986	8/1/1986	None
53-7409	Interstate 82 East Bound	Yakima, WA	493.3	5/1/1981	5/1/1981	Shoulder Restoration; Grinding Surface; Joint Load Transfer Restoration on 8/4/2011

Surface 208.3mm (8.2") portland cement Concrete	Surface 264.2mm (10.4") portland cement Concrete	Surface 251.5mm (9.9") portland cement Concrete	Surface 236.2mm (9.3") portland cement Concrete
Unbound Base 55.9mm (2.2") Crushed Gravel		Unbound Base 127mm (5") Crushed Gravel	Unbound Base 167.6mm (6.6") Crushed Gravel
Unbound Subbase 853.3mm (33.6") Soil-Aggregate Mixture (Predominantly Coarse-Grained)	Unbound Base 137.2mm (5.4") Soil-Aggregate Mixture (Predominantly Coarse-Grained)	Unbound Subbase 213.4mm (8.4") Soil-Aggregate Mixture (Predominantly Coarse-Grained)	Untreated Subgrade Coarse-Grained Soil: Poorly Graded Gravel with Silt and Sand
	Untreated Subgrade Coarse-Grained Soil: Silty Sand		
Unbound Subbase 83.8mm (3.3") Soil-Aggregate Mixture (Predominantly Coarse-Grained)	Untreated Subgrade Coarse-Grained Soil: Silty Sand	Untreated Subgrade Fine-Grained Soils: Silt	Untreated Subgrade Coarse-Grained Soil: Poorly Graded Gravel with Silt and Sand
Untreated Subgrade Coarse-Grained Soil: Silty Sand			
53-3013	53-3014	53-3019	53-7409

図1 解析個所の断面

表2 各版のTBITDとEBITD

SHRP ID	Slab No.	TBITD-°C (°F)	ΔT_{tran} -°C (°F)	EBITD-°C (°F)
53-3013	1	-31 (-56)	9 (16)	-40 (-72)
53-3013	2	-40 (-72)	9 (16)	-49 (-88)
53-3013	3	-52 (-94)	9 (16)	-61 (-110)
53-3014	1	-67 (-120)	-5 (-9)	-62 (-111)
53-3014	2	-76 (-136)	-5 (-9)	-71 (-127)
53-3014	3	-48 (-86)	-5 (-9)	-43 (-77)
53-3019	1	-71 (-128)	10 (18)	-81 (-145)
53-3019	2	-110 (-198)	10 (18)	-120 (-215)
53-3019	3	-99 (-178)	10 (18)	-108 (-195)
53-3019	4	-92 (-166)	10 (18)	-102 (-183)
53-3019	5	-61 (-110)	10 (18)	-71 (-127)
53-7409	1	30 (54)	14 (25)	16 (29)
53-7409	2	-14 (-26)	14 (25)	-28 (-51)
53-7409	3	0 (0)	14 (25)	-14 (-25)
53-7409	4	44 (80)	14 (25)	31 (55)

のときの版の深さ方向の温度と、ディップスティックを用いて測定した横断方向測線で変形(たわみ)プロファイルを用いた。

研究目的は、実測した反り変形をもたらす版内の総有効線形温度差(TELTD, TBITD)を特定し、それより実測の温度差 ΔT_{tran} を引いて、有効ビルトイン(施工で生じる)温度差(EBITD)を求め、それと施工材料因子、環境因子との関係を見出すことにある。EBITDは、ビルトイン温度差、長期乾燥収縮やクリープに相当する温度差の複合効果を表す温度差である。

$$TELTD = \Delta T_{tran} + \underbrace{\Delta T_{built-in} + \Delta T_{shri} + \Delta T_{creep}}_{EBITD}$$

これは、実測の温度差 ΔT_{tran} がゼロでも反り変形が生じていることから、その他の因子が影響してい

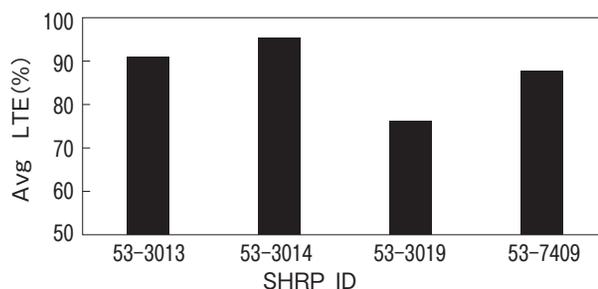


図2 各個所の実測LTE(目地の荷重伝達性)

ると考えられたからである。ここで、 $\Delta T_{built-in}$ ：フレッシュコンクリートが十分な剛性を持ち始める温度差、 ΔT_{shri} 、 ΔT_{creep} ：乾燥収縮、クリープを温度差に換算した温度差である。

ソフトISLAB2000を使用して各版で繰返し試算を行い、現地で測定された版の変形形状値に近くなるTELTD(TBITD)を特定した。そしてその妥当性を確認するために、特定されたTELTDを用いて、横断方向のたわみをWestergaardの閉形式(closed-form solution)にに入れて計算した。その結果、ISLAB2000およびWestergaardの式によって予測された横方向プロファイルはよく一致した。EBITDはTBITDから現地で測定された温度差 ΔT_{tran} を単純に差し引くことによって得た。その結果は表2に示すように、EBITDは4個所の調査部分の中で、+31から-120°Cの範囲に分布していた。

SHRP ID 3013,3014および3019の3箇所ではすべて負のEBITDを示し、うち、SHRP ID 3019が最も大きな凹型変形を示していた。SHRP ID 3019は最も目地の荷重伝達性が小さく、反りの拘束性が小さいためと考えられた(図2)。またSHRP ID 7409のEBITDが小さいのは、コンクリートの配合および施工時の気温からコンクリート温度の上昇が小さかったためと考えられた。

このように構造的因子、材料特性、施工条件、気象条件などの複数の要因が、予測EBITDに影響を与えることがわかった。