

効果確認シート (No. 1)

①解析結果【三次元FEM解析】

i【断面内温度差でクラック発生する外気温:内部拘束応力】

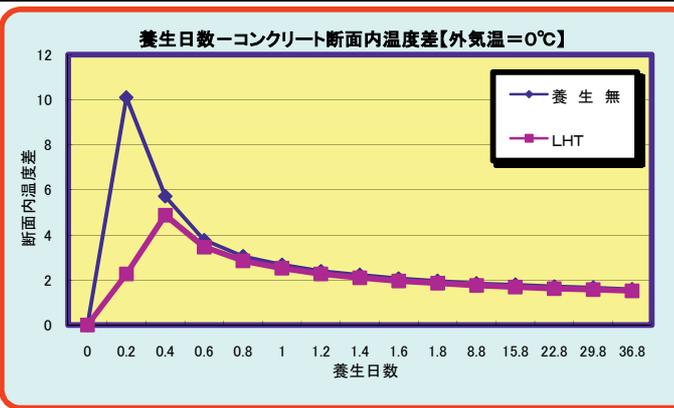
外気温(°C)	覆工コンクリート温度			クラック発生	備考
	表面部(t1)	地山側(t2)	t2-t1		
-10	10.5	24.0	13.4	可能性有	
-5	13.5	24.7	11.2	可能性有	
±0	17.1	27.2	10.1	可能性有	
+5	20.4	28.8	8.4	可能性無	
+10	23.6	30.4	6.8	可能性無	
+15	26.9	32.0	5.1	可能性無	
+20	30.2	33.6	3.4	可能性無	
+25	33.4	35.2	1.8	可能性無	

説明 《覆工コンクリート厚=30cmで算定》《判定:コンクリート標準示方書》

説明 《断面内温度差(t1-t2)≥10°C:内部拘束応力によるクラック発生の可能性大》

結果 《外気温=0°C以下 → 内部拘束によるクラック発生の可能性大》

ii【クラック発生する断面内温度差:内部拘束応力】



説明 《コンクリート(t=30cm)の表面部温度と地山側部温度との差を経時的に解析》

結果 《LHT:最大断面内温度差=4.87°C(養生0.4日時点)》

結果 《養生無:最大断面内温度差=10.11°C(養生0.2日時点)》

iii【クラック発生するコンクリート表面の湿度:外部拘束応力】

相対湿度(%)	ϵ'_{sh}	σ	f_{tk}	判定
RH	($\times 10^{-6}$)	N/mm ²	N/mm ²	
45	720.2	1.74	1.58	NG
50	657.5	1.59		NG
55	591.5	1.43		OK
60	522.2	1.26		OK
65	449.3	1.09		OK
70	372.7	0.90		OK
75	292.2	0.71		OK
80	207.5	0.50		OK

説明 《拘束条件:覆工コンクリート地山側部(防水シート接触面)拘束》

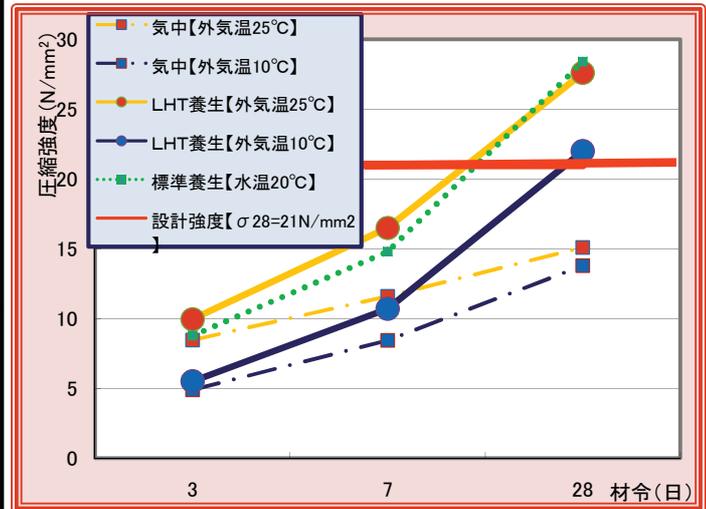
説明 《評価方法:表面部湿度別発生ひずみとコンクリート許容引張応力の対比》

説明 《判定式》 $\epsilon'_{sh} = -50 + 78[1 - \exp(-RH/100)] + 38 \log_e W - 5[\log_e(V/S)/10]^2$

結果 《コンクリート表面湿度≤50%:外部拘束応力によるクラック発生率大》

②圧縮強度・密度試験結果【テストピース】

i【圧縮強度試験(テストピースによる室内試験)】



説明 《気中【外気温25°C】=温度25°C、湿度70%の恒温室内で養生》

説明 《気中【外気温10°C】=温度10°C、湿度70%の恒温室内で養生》

結果 《【25°C】σ03; 標準(1.03倍)>LHT(1.17倍)>気中(1.0)》

結果 《【25°C】σ07; 標準(1.27倍)>LHT(1.42倍)>気中(1.0)》

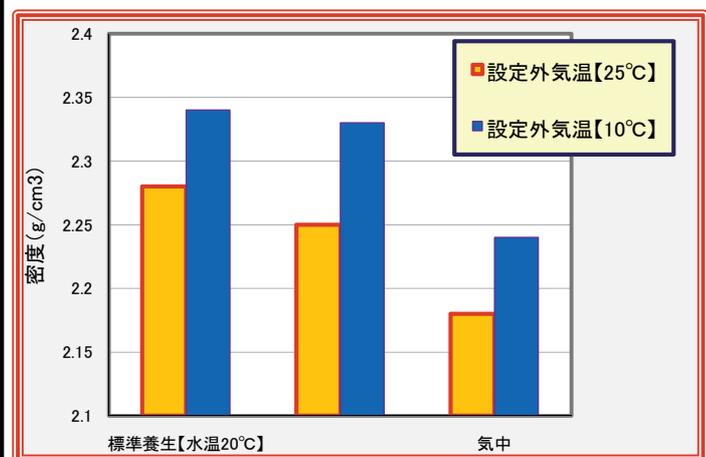
結果 《【25°C】σ28; 標準(1.88倍)>LHT(1.83倍)>気中(1.0)》

結果 《【10°C】σ03; 標準(1.78倍)>LHT(1.12倍)>気中(1.0)》

結果 《【10°C】σ07; 標準(1.75倍)>LHT(1.26倍)>気中(1.0)》

結果 《【10°C】σ28; 標準(2.08倍)>LHT(1.59倍)>気中(1.0)》

ii【密度の測定結果(材令28日のテストピース)】



説明 《密度が高い→コンクリート内に水分が多い→保湿度が高い》

結果 《設定外気温【25°C】; 標準(1.046倍)>LHT(1.032倍)>気中(1.0)》

結果 《設定外気温【10°C】; 標準(1.045倍)>LHT(1.040倍)>気中(1.0)》

効果確認シート (No. 2)

③強風時の装着試験結果【現場検証】

気象庁風力階級				LHT装着状況		
風力	名称	風速(m/s)	状況	完全密着	一部剥離	完全剥離
1	至軽風	1	3 煙なびく	◎		
2	軽風	4	6 木の葉揺れる	◎		
3	軟風	7	10 細い枝動く	◎		
4	和風	11	16 紙片舞う	◎		
5	疾風	17	21 樹木揺れる	◎		
6	雄風	22	27 傘の使用困難	◎		◎
7	強風	28	33 風向歩行困難			◎
8	疾強風	34	40 風向歩行不能	—	—	—
9	大強風	41	47 瓦落ちる	—	—	—
10	全強風	48	55 人家に大損害	—	—	—
11	暴風	56	63 広範囲で大損害	—	—	—
12	台風	64	71 被害甚大	—	—	—

検証状況写真《風力計:アメモスター6001 測定能力=0.1~30m/s》

検証状況写真



風力=4 【完全に密着】

風力=5 【完全に密着】

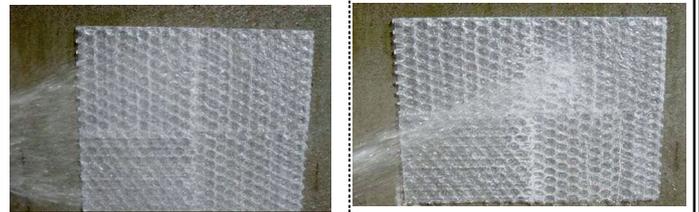


風力=6 【風向(端部)=完全に剥離、風向(端部以外)=密着している】

④降雨時の装着試験結果【現場検証】

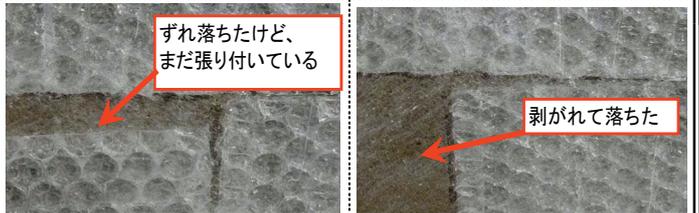
気象庁区分		LHT装着状況		
区分	時間雨量(mm)	完全密着	一部剥離	完全剥離
弱い雨	0 - 3	◎		
やや強い雨	10 - 20	◎		
強い雨	20 - 30	◎		
激しい雨	30 - 50	◎		
非常に激しい雨	50 - 80	◎	◎	
猛烈な雨	80 -		◎	◎
激しい雨以下	鉛直方向、水平方向、問わず、完全に密着している			
非常に激しい雨	端部に対し、鉛直方向から直接に当たれば完全に剥離するが、水平方向からでは剥離しない			
猛烈な雨	端部に対し、鉛直方向から直接に当たれば完全に剥離するが、水平方向からでは一部剥離する			

検証状況写真



強い雨【完全に密着】

激しい雨【完全に密着】

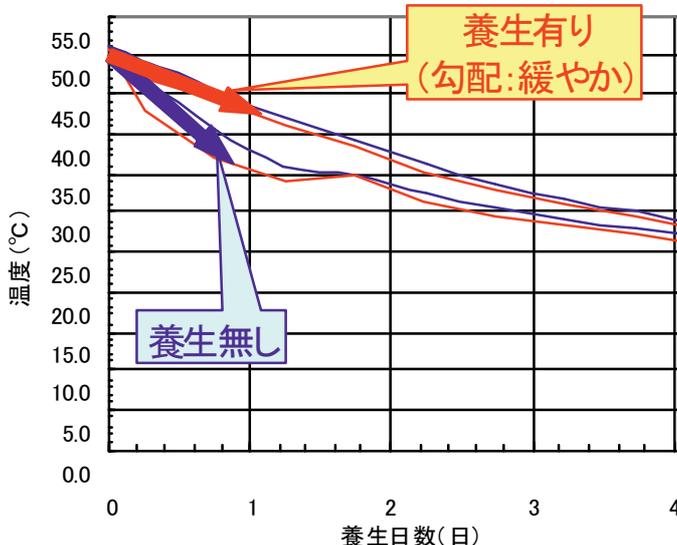


非常に激しい雨【剥離】

猛烈な雨【剥離】

⑤保温効果確認【現場実証試験】

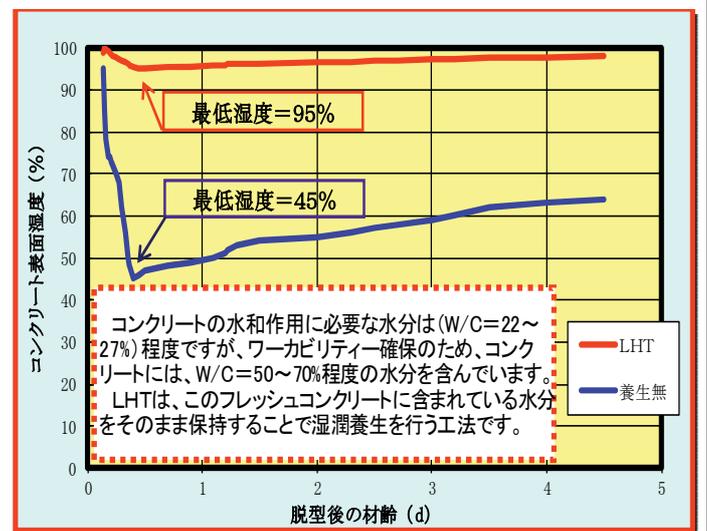
養生システム有無温度比較



説明 《トンネル坑内(平均気温20℃、湿度75%)で測定》

結果 《表面温度降下勾配 : 養生無>LHT 【LHTの方が緩やかに降下】

⑥保温効果確認【現場実証試験】



結果 《LHT:水和反応で95%に低下、その後はほぼ100%の湿度を保持》

結果 《養生無:水和反応で45%に低下、その後は外気温と同等の湿度》