

調 合 計 画 書

工事名称	寒中指針 資料8 計画例1		
施工地域	札幌（旬平均気温：1991～2020年の気象庁平年値[地上気象観測]）		
施工予定日	2025/1/16		
施工部位	3階躯体		
初期養生	初期養生：5（℃）×3（日）		
結合材の種類	普通ポルトランドセメント		
設計基準強度（ F_c ）	24	（N/mm ² ）	
耐久設計基準強度（ F_d ）	24	（N/mm ² ）	
品質基準強度（ F_q ）	24	（N/mm ² ）	
構造体強度補正值（ $_{28}S_{91}$ ）	9	（N/mm ² ）	
調合管理強度（ F_m ）	33	（N/mm ² ）	

日本建築学会「寒中コンクリート施工指針・同解説 2024年版」に示される、4.4 積算温度をもとに構造体強度補正值を定める方法を適用して、調合計画を行う。

(1) 各強度に対する必要積算温度

- 1) 初期強度5.0N/mm²を確保できる積算温度
- 35（℃ D・D） [指針解説表9.1参照]
- 2) 設計基準強度 F_c を確保できる積算温度
- 210（℃ D・D） [指針表4.2参照]
- 3) 品質基準強度 F_q を確保できる積算温度
- 360（℃ D・D） [指針表4.1参照]

(2) 各強度が得られる材齢

旬平均気温（気象庁平年値1991～2020年）から積算温度を算出し、上記の必要積算温度を満足する材齢を求める。

- 1) 初期強度5.0N/mm²が得られる材齢
- 3（日） [表1参照]
- 2) 設計基準強度 F_c が得られる材齢
- 29（日） [表2参照]
- 3) 品質基準強度 F_q が得られる材齢
- 47（日） [表3参照]

設計基準強度を材齢29日に、品質基準強度を材齢47日（材齢91日以内）に確保することができる。

表1 初期強度5.0N/mm²が得られる材齢までの積算温度

区間開始日	区間終了日	日 数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2025/01/16	2025/01/19	3	3	5.0	45.0	45.0

表2 設計基準強度が得られる材齢までの積算温度

区間開始日	区間終了日	日 数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2025/01/16	2025/01/19	3	3	5.0	45.0	45.0
2025/01/20	2025/01/31	12	15	-3.5	78.0	123.0
2025/02/01	2025/02/10	10	25	-3.6	64.0	187.0
2025/02/11	2025/02/14	4	29	-2.7	29.2	216.2

表3 品質基準強度が得られる材齢までの積算温度

区間開始日	区間終了日	日 数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2025/01/16	2025/01/19	3	3	5.0	45.0	45.0
2025/01/20	2025/01/31	12	15	-3.5	78.0	123.0
2025/02/01	2025/02/10	10	25	-3.6	64.0	187.0
2025/02/11	2025/02/20	10	35	-2.7	73.0	260.0
2025/02/21	2025/02/28	8	43	-1.7	66.4	326.4
2025/03/01	2025/03/04	4	47	-0.8	36.8	363.2

材齢28日における圧縮強度の推定

日本建築学会「寒中コンクリート施工指針・同解説 2024年版」資料3に示される、強度増進の標準曲線(平均的な算定)を適用して、材齢28日の圧縮強度を推定する。

$$F = F_{\infty} \times \exp(a \times M_c^b)$$

$$F_{\infty} = \frac{{}_{20}F_{28}}{\exp(a \times {}_{20}M_{28}^b)} \times (1 + C_f (T_{24} - 20)) \qquad M_c = M + C_M(T_{24} - 20)$$

ここに、 F ：圧縮強度の推定値 (N/mm²)， F_{∞} ：最終到達強度 (N/mm²)
 M_c ：温度補正後の積算温度 (° D・D)， M ：積算温度 (° D・D)

設計基準強度(F_c)	24	(N/mm ²)	
耐久設計基準強度(F_d)	24	(N/mm ²)	
品質基準強度(F_q)	24	(N/mm ²)	
構造体強度補正值(${}_{28}S_{91}$)	9	(N/mm ²)	
調合管理強度(F_m)	33	(N/mm ²)	
標準偏差(σ)	3.3	(N/mm ²)	JASS5 5.3解説：0.1 F_m = 0.1×33 = 3.3 > 2.5
調合強度(F)	38.7	(N/mm ²)	算定式： $F = F_m + 1.73 \sigma$ ， $F = 0.85F_m + 3 \sigma$
20℃28日の圧縮強度(${}_{20}F_{28}$)	38.7	(N/mm ²)	
20℃28日の積算温度(${}_{20}M_{28}$)	840	(° DD)	
打設後24時間のコンクリート平均温度(T_{24})	5.0	(℃)	
結合材の種類による係数(C_f)	-0.00050	(普通ポルトランドセメント)	
結合材の種類による係数(a_1)	526.9		
結合材の種類による係数(a_2)	-37.8		
結合材の種類による係数(b_1)	13.34		
結合材の種類による係数(b_2)	-1.06		
結合材の種類による係数(C_M)	0.680		
強度推定式の係数 $a = (a_1 / {}_{20}F_{28}) + a_2$	-24.2		
強度推定式の係数 $b = (b_1 / {}_{20}F_{28}) + b_2$	-0.715		
温度補正後の最終到達強度(F_{∞})	47.4	(N/mm ²)	
材齢28日における積算温度(M)	208.9	(° DD)	[表1参照]
温度補正後の材齢28日積算温度(M_c)	198.7	(° DD)	
材齢28日における推定強度(F)	27.3	(N/mm ²)	
材齢28日における強度比 $F/(F_c+3)$	1.01	≥ 0.7	

公共建築工事標準仕様書（令和4年版）では、材齢28日の圧縮強度は設計基準強度の0.7を乗じた値以上と規定されている。ここでは、強度確保に対する安全性を考慮して、材齢28日の圧縮強度は「設計基準強度+3」の0.7倍以上を満足させることとする。

【積算温度の算出】

次式から積算温度 M_n を算出する。

$$M_n = \sum_{n=1}^n (\theta_z + 10)$$

ここに、 θ_z ：日平均養生温度 (℃)

表1 材齢28日の積算温度

区間開始日	区間終了日	日数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2025/01/16	2025/01/19	3	3	5.0	45.0	45.0
2025/01/20	2025/01/31	12	15	-3.5	78.0	123.0
2025/02/01	2025/02/10	10	25	-3.6	64.0	187.0
2025/02/11	2025/02/13	3	28	-2.7	21.9	208.9

強度推定結果

F_m = 33, F = 38.7, F_c = 24, F_q = 24

材 齡 (日)	日 付	外気最低温度 (℃)	平均養生温度 (℃)	日積算温度 (° DD)	積算温度 (° DD)	圧縮強度【平均的】 (N/mm ²)	圧縮強度【安全側】 (N/mm ²)
0	2025/01/16	-6.7	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2025/01/17	-6.7	5.0	15.0	15.0	0.0	0.0
2	2025/01/18	-6.7	5.0	15.0	30.0	2.7	2.0
3	2025/01/19	-6.7	5.0	15.0	45.0	7.0	5.1
4	2025/01/20	-6.7	-3.5	6.5	51.5	8.7	6.4
5	2025/01/21	-6.7	-3.5	6.5	58.0	10.3	7.7
6	2025/01/22	-6.7	-3.5	6.5	64.5	11.7	8.8
7	2025/01/23	-6.7	-3.5	6.5	71.0	13.1	9.9
8	2025/01/24	-6.7	-3.5	6.5	77.5	14.3	10.9
9	2025/01/25	-6.7	-3.5	6.5	84.0	15.5	11.8
10	2025/01/26	-6.7	-3.5	6.5	90.5	16.5	12.6
11	2025/01/27	-6.7	-3.5	6.5	97.0	17.5	13.4
12	2025/01/28	-6.7	-3.5	6.5	103.5	18.4	14.2
13	2025/01/29	-6.7	-3.5	6.5	110.0	19.2	14.9
14	2025/01/30	-6.7	-3.5	6.5	116.5	20.0	15.5
15	2025/01/31	-6.7	-3.5	6.5	123.0	20.7	16.2
16	2025/02/01	-7.0	-3.6	6.4	129.4	21.4	16.7
17	2025/02/02	-7.0	-3.6	6.4	135.8	22.0	17.3
18	2025/02/03	-7.0	-3.6	6.4	142.2	22.6	17.8
19	2025/02/04	-7.0	-3.6	6.4	148.6	23.2	18.3
20	2025/02/05	-7.0	-3.6	6.4	155.0	23.7	18.8
21	2025/02/06	-7.0	-3.6	6.4	161.4	24.2	19.2
22	2025/02/07	-7.0	-3.6	6.4	167.8	24.7	19.6
23	2025/02/08	-7.0	-3.6	6.4	174.2	25.2	20.0
24	2025/02/09	-7.0	-3.6	6.4	180.6	25.6	20.4
25	2025/02/10	-7.0	-3.6	6.4	187.0	26.0	20.8
26	2025/02/11	-6.1	-2.7	7.3	194.3	26.5	21.2
27	2025/02/12	-6.1	-2.7	7.3	201.6	26.9	21.6
28	2025/02/13	-6.1	-2.7	7.3	208.9	27.3	21.9
29	2025/02/14	-6.1	-2.7	7.3	216.2	27.7	22.3
30	2025/02/15	-6.1	-2.7	7.3	223.5	28.0	22.6
31	2025/02/16	-6.1	-2.7	7.3	230.8	28.4	23.0
32	2025/02/17	-6.1	-2.7	7.3	238.1	28.7	23.3
33	2025/02/18	-6.1	-2.7	7.3	245.4	29.1	23.6
34	2025/02/19	-6.1	-2.7	7.3	252.7	29.4	23.8
35	2025/02/20	-6.1	-2.7	7.3	260.0	29.7	24.1
36	2025/02/21	-5.4	-1.7	8.3	268.3	30.0	24.4
37	2025/02/22	-5.4	-1.7	8.3	276.6	30.3	24.7
38	2025/02/23	-5.4	-1.7	8.3	284.9	30.6	25.0
39	2025/02/24	-5.4	-1.7	8.3	293.2	30.9	25.3
40	2025/02/25	-5.4	-1.7	8.3	301.5	31.1	25.5
41	2025/02/26	-5.4	-1.7	8.3	309.8	31.4	25.8
42	2025/02/27	-5.4	-1.7	8.3	318.1	31.6	26.0
43	2025/02/28	-5.4	-1.7	8.3	326.4	31.9	26.2
44	2025/03/01	-4.3	-0.8	9.2	335.6	32.1	26.5
45	2025/03/02	-4.3	-0.8	9.2	344.8	32.4	26.7

強度推定結果

Fm = 33, F = 38.7, Fc = 24, Fq = 24

材 齡 (日)	日 付	外気最低温度 (℃)	平均養生温度 (℃)	日積算温度 (° DD)	積算温度 (° DD)	圧縮強度【平均的】 (N/mm ²)	圧縮強度【安全側】 (N/mm ²)
46	2025/03/03	-4.3	-0.8	9.2	354.0	32.6	26.9
47	2025/03/04	-4.3	-0.8	9.2	363.2	32.9	27.2
48	2025/03/05	-4.3	-0.8	9.2	372.4	33.1	27.4
49	2025/03/06	-4.3	-0.8	9.2	381.6	33.3	27.6
50	2025/03/07	-4.3	-0.8	9.2	390.8	33.5	27.8
51	2025/03/08	-4.3	-0.8	9.2	400.0	33.7	28.0
52	2025/03/09	-4.3	-0.8	9.2	409.2	33.9	28.2
53	2025/03/10	-4.3	-0.8	9.2	418.4	34.1	28.3
54	2025/03/11	-2.2	1.1	11.1	429.5	34.3	28.5
55	2025/03/12	-2.2	1.1	11.1	440.6	34.5	28.7
56	2025/03/13	-2.2	1.1	11.1	451.7	34.7	28.9
57	2025/03/14	-2.2	1.1	11.1	462.8	34.9	29.1
58	2025/03/15	-2.2	1.1	11.1	473.9	35.1	29.3
59	2025/03/16	-2.2	1.1	11.1	485.0	35.2	29.5
60	2025/03/17	-2.2	1.1	11.1	496.1	35.4	29.7
61	2025/03/18	-2.2	1.1	11.1	507.2	35.6	29.8
62	2025/03/19	-2.2	1.1	11.1	518.3	35.7	30.0
63	2025/03/20	-2.2	1.1	11.1	529.4	35.9	30.1
64	2025/03/21	-0.8	2.8	12.8	542.2	36.1	30.3
65	2025/03/22	-0.8	2.8	12.8	555.0	36.2	30.5
66	2025/03/23	-0.8	2.8	12.8	567.8	36.4	30.6
67	2025/03/24	-0.8	2.8	12.8	580.6	36.5	30.8
68	2025/03/25	-0.8	2.8	12.8	593.4	36.7	30.9
69	2025/03/26	-0.8	2.8	12.8	606.2	36.8	31.1
70	2025/03/27	-0.8	2.8	12.8	619.0	37.0	31.2
71	2025/03/28	-0.8	2.8	12.8	631.8	37.1	31.4
72	2025/03/29	-0.8	2.8	12.8	644.6	37.2	31.5
73	2025/03/30	-0.8	2.8	12.8	657.4	37.4	31.6
74	2025/03/31	-0.8	2.8	12.8	670.2	37.5	31.8
75	2025/04/01	1.5	5.2	15.2	685.4	37.6	31.9
76	2025/04/02	1.5	5.2	15.2	700.6	37.8	32.1
77	2025/04/03	1.5	5.2	15.2	715.8	37.9	32.2
78	2025/04/04	1.5	5.2	15.2	731.0	38.0	32.3
79	2025/04/05	1.5	5.2	15.2	746.2	38.2	32.4
80	2025/04/06	1.5	5.2	15.2	761.4	38.3	32.6
81	2025/04/07	1.5	5.2	15.2	776.6	38.4	32.7
82	2025/04/08	1.5	5.2	15.2	791.8	38.5	32.8
83	2025/04/09	1.5	5.2	15.2	807.0	38.6	32.9
84	2025/04/10	1.5	5.2	15.2	822.2	38.7	33.0
85	2025/04/11	3.3	7.2	17.2	839.4	38.8	33.2
86	2025/04/12	3.3	7.2	17.2	856.6	38.9	33.3
87	2025/04/13	3.3	7.2	17.2	873.8	39.1	33.4
88	2025/04/14	3.3	7.2	17.2	891.0	39.2	33.5
89	2025/04/15	3.3	7.2	17.2	908.2	39.3	33.6
90	2025/04/16	3.3	7.2	17.2	925.4	39.4	33.7
91	2025/04/17	3.3	7.2	17.2	942.6	39.5	33.8

積算温度データ

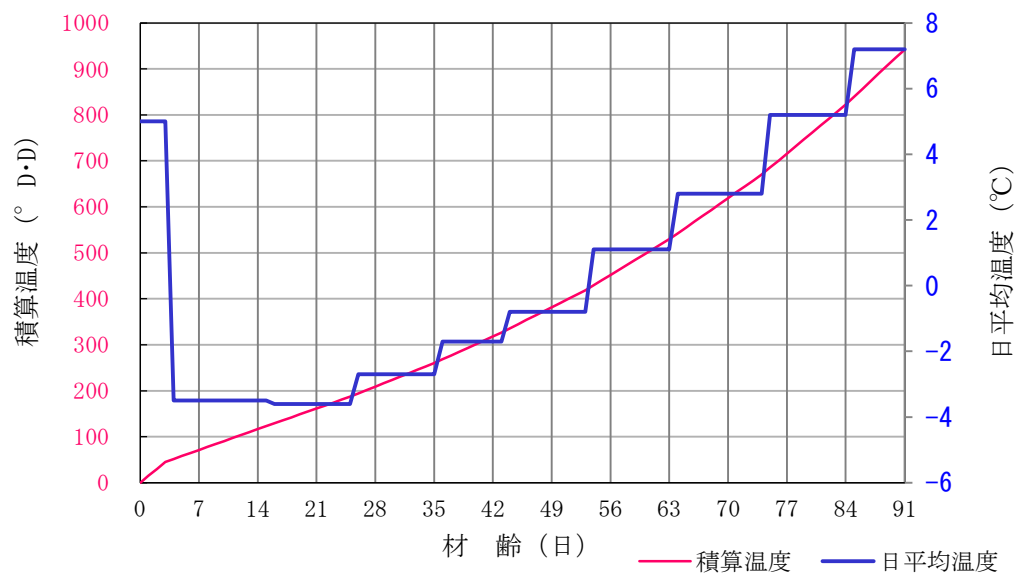
札幌

材 齢 (日)	日 付	最低温度 (℃)	平均温度 (℃)	日積算温度 (° DD)	積算温度 (° DD)	材 齢 (日)	日 付	最低温度 (℃)	平均温度 (℃)	日積算温度 (° DD)	積算温度 (° DD)
0	2025/01/16	-6.7	5.0	0.0	0.0	46	2025/03/03	-4.3	-0.8	9.2	354.0
1	2025/01/17	-6.7	5.0	15.0	15.0	47	2025/03/04	-4.3	-0.8	9.2	363.2
2	2025/01/18	-6.7	5.0	15.0	30.0	48	2025/03/05	-4.3	-0.8	9.2	372.4
3	2025/01/19	-6.7	5.0	15.0	45.0	49	2025/03/06	-4.3	-0.8	9.2	381.6
4	2025/01/20	-6.7	-3.5	6.5	51.5	50	2025/03/07	-4.3	-0.8	9.2	390.8
5	2025/01/21	-6.7	-3.5	6.5	58.0	51	2025/03/08	-4.3	-0.8	9.2	400.0
6	2025/01/22	-6.7	-3.5	6.5	64.5	52	2025/03/09	-4.3	-0.8	9.2	409.2
7	2025/01/23	-6.7	-3.5	6.5	71.0	53	2025/03/10	-4.3	-0.8	9.2	418.4
8	2025/01/24	-6.7	-3.5	6.5	77.5	54	2025/03/11	-2.2	1.1	11.1	429.5
9	2025/01/25	-6.7	-3.5	6.5	84.0	55	2025/03/12	-2.2	1.1	11.1	440.6
10	2025/01/26	-6.7	-3.5	6.5	90.5	56	2025/03/13	-2.2	1.1	11.1	451.7
11	2025/01/27	-6.7	-3.5	6.5	97.0	57	2025/03/14	-2.2	1.1	11.1	462.8
12	2025/01/28	-6.7	-3.5	6.5	103.5	58	2025/03/15	-2.2	1.1	11.1	473.9
13	2025/01/29	-6.7	-3.5	6.5	110.0	59	2025/03/16	-2.2	1.1	11.1	485.0
14	2025/01/30	-6.7	-3.5	6.5	116.5	60	2025/03/17	-2.2	1.1	11.1	496.1
15	2025/01/31	-6.7	-3.5	6.5	123.0	61	2025/03/18	-2.2	1.1	11.1	507.2
16	2025/02/01	-7.0	-3.6	6.4	129.4	62	2025/03/19	-2.2	1.1	11.1	518.3
17	2025/02/02	-7.0	-3.6	6.4	135.8	63	2025/03/20	-2.2	1.1	11.1	529.4
18	2025/02/03	-7.0	-3.6	6.4	142.2	64	2025/03/21	-0.8	2.8	12.8	542.2
19	2025/02/04	-7.0	-3.6	6.4	148.6	65	2025/03/22	-0.8	2.8	12.8	555.0
20	2025/02/05	-7.0	-3.6	6.4	155.0	66	2025/03/23	-0.8	2.8	12.8	567.8
21	2025/02/06	-7.0	-3.6	6.4	161.4	67	2025/03/24	-0.8	2.8	12.8	580.6
22	2025/02/07	-7.0	-3.6	6.4	167.8	68	2025/03/25	-0.8	2.8	12.8	593.4
23	2025/02/08	-7.0	-3.6	6.4	174.2	69	2025/03/26	-0.8	2.8	12.8	606.2
24	2025/02/09	-7.0	-3.6	6.4	180.6	70	2025/03/27	-0.8	2.8	12.8	619.0
25	2025/02/10	-7.0	-3.6	6.4	187.0	71	2025/03/28	-0.8	2.8	12.8	631.8
26	2025/02/11	-6.1	-2.7	7.3	194.3	72	2025/03/29	-0.8	2.8	12.8	644.6
27	2025/02/12	-6.1	-2.7	7.3	201.6	73	2025/03/30	-0.8	2.8	12.8	657.4
28	2025/02/13	-6.1	-2.7	7.3	208.9	74	2025/03/31	-0.8	2.8	12.8	670.2
29	2025/02/14	-6.1	-2.7	7.3	216.2	75	2025/04/01	1.5	5.2	15.2	685.4
30	2025/02/15	-6.1	-2.7	7.3	223.5	76	2025/04/02	1.5	5.2	15.2	700.6
31	2025/02/16	-6.1	-2.7	7.3	230.8	77	2025/04/03	1.5	5.2	15.2	715.8
32	2025/02/17	-6.1	-2.7	7.3	238.1	78	2025/04/04	1.5	5.2	15.2	731.0
33	2025/02/18	-6.1	-2.7	7.3	245.4	79	2025/04/05	1.5	5.2	15.2	746.2
34	2025/02/19	-6.1	-2.7	7.3	252.7	80	2025/04/06	1.5	5.2	15.2	761.4
35	2025/02/20	-6.1	-2.7	7.3	260.0	81	2025/04/07	1.5	5.2	15.2	776.6
36	2025/02/21	-5.4	-1.7	8.3	268.3	82	2025/04/08	1.5	5.2	15.2	791.8
37	2025/02/22	-5.4	-1.7	8.3	276.6	83	2025/04/09	1.5	5.2	15.2	807.0
38	2025/02/23	-5.4	-1.7	8.3	284.9	84	2025/04/10	1.5	5.2	15.2	822.2
39	2025/02/24	-5.4	-1.7	8.3	293.2	85	2025/04/11	3.3	7.2	17.2	839.4
40	2025/02/25	-5.4	-1.7	8.3	301.5	86	2025/04/12	3.3	7.2	17.2	856.6
41	2025/02/26	-5.4	-1.7	8.3	309.8	87	2025/04/13	3.3	7.2	17.2	873.8
42	2025/02/27	-5.4	-1.7	8.3	318.1	88	2025/04/14	3.3	7.2	17.2	891.0
43	2025/02/28	-5.4	-1.7	8.3	326.4	89	2025/04/15	3.3	7.2	17.2	908.2
44	2025/03/01	-4.3	-0.8	9.2	335.6	90	2025/04/16	3.3	7.2	17.2	925.4
45	2025/03/02	-4.3	-0.8	9.2	344.8	91	2025/04/17	3.3	7.2	17.2	942.6

温度関連データ

工事名称	寒中指針 資料8 計画例1
施工地域	札幌
気象データ	旬平均気温：1991～2020年の気象庁平年値[地上気象観測]
施工予定日	2025/1/16
施工部位	3階躯体
初期養生	初期養生：5（℃）×3（日）

【材齢と日平均温度・積算温度の関係】



【平均養生温度】

材齢（週）	材齢（日）	平均養生温度(℃)
4	28	-2.5
8	56	-1.9
13	91	0.4

【積算温度表】

材齢（週）	材齢（日）	日付	積算温度（° DD）
1	7	2025/01/23	71
2	14	2025/01/30	117
3	21	2025/02/06	161
4	28	2025/02/13	209
5	35	2025/02/20	260
6	42	2025/02/27	318
7	49	2025/03/06	382
8	56	2025/03/13	452
9	63	2025/03/20	529
10	70	2025/03/27	619
11	77	2025/04/03	716
12	84	2025/04/10	822
13	91	2025/04/17	943

強度増進の標準曲線を利用する方法

工事名称	寒中指針 資料3 3.4.1標準曲線による推定例		
施工地域	札幌（旬平均気温：1991～2020年の気象庁平年値[地上気象観測]）		
施工予定日	2024/12/23		
施工部位	3階躯体		
初期養生	初期養生：10（℃）×5（日）		
結合材の種類	普通ポルトランドセメント		
調合管理強度（ F_m ）	33	（ N/mm^2 ）	
耐久設計基準強度（ F_d ）	24	（ N/mm^2 ）	
設計基準強度（ F_c ）	24	（ N/mm^2 ）	
品質基準強度（ F_q ）	24	（ N/mm^2 ）	
構造体強度補正值（ $_{28}S_{91}$ ）	9	（ N/mm^2 ）	
標準偏差（ σ ）	3.3	（ N/mm^2 ）	JASS5 5.3解説： $0.1F_m = 0.1 \times 33 = 3.3 > 2.5$
調合強度（ F ）	38.7	（ N/mm^2 ）	算定式： $F = F_m + 1.73\sigma$ ， $F = 0.85F_m + 3\sigma$

1. 圧縮強度の推定式

日本建築学会「寒中コンクリート施工指針 2024年版」資料3に示される強度増進の標準曲線を適用する。

$$F = F_{\infty} \times \exp(a \times M_c^b)$$

$$F_{\infty} = \frac{{}_{20}F_{28}}{\exp(a \times {}_{20}M_{28}^b)} \times (1 + C_f(T_{24} - 20)) \quad M_c = M + C_M(T_{24} - 20)$$

ここに、 F ：圧縮強度の推定値（ N/mm^2 ）， F_{∞} ：最終到達強度（ N/mm^2 ）

M_c ：温度補正後の積算温度（° D・D）， M ：積算温度（° D・D）

項 目	安全側算定	平均的算定
20℃28日の圧縮強度 ${}_{20}F_{28}$ （ N/mm^2 ）	33.0	38.7
20℃28日の積算温度 ${}_{20}M_{28}$ （° DD）	840	
打設後24時間のコンクリート平均温度 T_{24} （℃）	10.0	
温度補正後の最終到達強度 F_{∞} （ N/mm^2 ）	43.1	47.3
結合材の種類による係数 C_f	-0.00050	
結合材の種類による係数 a_1	526.9	
結合材の種類による係数 a_2	-37.8	
結合材の種類による係数 b_1	13.34	
結合材の種類による係数 b_2	-1.06	
結合材の種類による係数 C_M	0.680	
強度推定式の係数 $a = (a_1 / {}_{20}F_{28}) + a_2$	-21.8	-24.2
強度推定式の係数 $b = (b_1 / {}_{20}F_{28}) + b_2$	-0.656	-0.715

2. 初期強度（ $F=5$ ）が得られる材齢の推定

圧縮強度推定式（平均的な算定）から必要積算温度 M を求める。

$$M_c = \left\{ \frac{1}{a} \ln(F / F_{\infty}) \right\}^{\frac{1}{b}}, \quad M = M_c - C_M(T_{24} - 20)$$

$$M_c = 27.8 \quad M = 34.6 \quad (^\circ \text{D} \cdot \text{D})$$

積算温度の算出結果（表1）から、目標強度は材齢2日（積算温度40° D・D）で確保される。

3. 設計基準強度 F_c （ $F=24$ ）が確保される材齢

同様に、圧縮強度推定式（平均的な算定）から必要積算温度 M を求める。

$$M_c = 148.3 \quad M = 155.1 \quad (^\circ \text{D} \cdot \text{D})$$

積算温度の算出結果（表2）から、目標強度は材齢17日（積算温度156° D・D）で確保される。

4. 品質基準強度 F_q+3 （ $F=27$ ）が確保される材齢

同様に、圧縮強度推定式（平均的な算定）から必要積算温度 M を求める。

$$M_c = 193.6 \quad M = 200.4 \quad (^\circ \text{D} \cdot \text{D})$$

積算温度の算出結果（表3）から、目標強度は材齢32日（積算温度203° D・D）で確保される。

【積算温度の算出結果】

次式から積算温度 M_n を算出する。

$$\theta \geq 0: M_n = \sum_{z=1}^n (\theta_z + 10) \quad , \quad \theta < 0: M_n = \sum_{z=1}^n 10 \times \exp(-0.60 \times (-\theta_z)^{0.74})$$

θ_z : 日平均養生温度 (°C)

但し、1日の温度変動を最高気温、最低気温、平均気温による直線的な変動と仮定して、日積算温度を算出する。(指針 資料3 3.3)

表1 初期強度5.0N/mm²が得られる材齢までの積算温度

区間開始日	区間終了日	日数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2024/12/23	2024/12/25	2	2	10.0	40.0	40.0

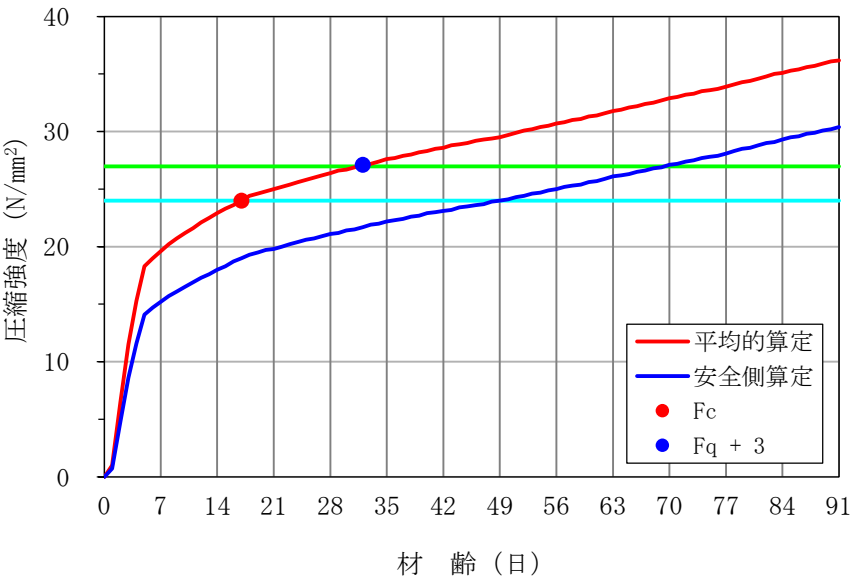
表2 設計基準強度が得られる材齢までの積算温度

区間開始日	区間終了日	日数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2024/12/23	2024/12/28	5	5	10.0	100.0	100.0
2024/12/29	2024/12/31	3	8	-1.9	15.3	115.3
2025/01/01	2025/01/09	9	17	-2.6	40.5	155.8

表3 品質基準強度が得られる材齢までの積算温度

区間開始日	区間終了日	日数	累積日数	平均温度	区間積算温度	積算温度
2024/12/23	2024/12/28	5	5	10.0	100.0	100.0
2024/12/29	2024/12/31	3	8	-1.9	15.3	115.3
2025/01/01	2025/01/10	10	18	-2.6	45.0	160.3
2025/01/11	2025/01/24	14	32	-3.5	43.4	203.7

【材齢と圧縮強度の推定結果】



加 熱 養 生 計 画 書

工事名称	寒中指針 9章 熱損失量の計算例 (p86)	
施工地域	旭川	旬平均気温：1991～2020年の気象庁平年値（地上気象観測）
施工予定日	2024/12/15	平年値：旬最低気温-8.3℃，旬平均気温-4.4℃
施工部位	3階躯体	
計画養生温度	10.0	℃

1. 養生上屋の伝熱による熱損失量の算定

日本建築学会「寒中コンクリート施工指針・同解説 2024年版」9章保温養生を適用して熱損失量を算定する。

$$Q1 = \sum (U_n \cdot A_n)$$

Q1：養生上屋の伝熱による温度差1℃（K）あたりの熱損失量（W/K）

U_n：各上屋材料の熱貫流率（W/m²K）

A_n：各上屋材料の面積（m²）

表1 伝熱による熱損失量Q1

部 位	養生材料	U _n (W/m ² K)	A _n (m ²)	U _n ・A _n (W/K)
上 面	厚手シート1mm	9.3	989.0	9,198
壁 面	薄手シート0.1mm	10.0	660.0	6,600
底 面	地盤、コンクリート	2.9	800.0	2,320
底 面	薄手シート0.1mm	10.0	189.0	1,890
Q1 = $\sum (U_n \cdot A_n)$				20,008

2. 養生上屋の換気による熱損失量の算定

$$Q2 = 0.35 \cdot N \cdot V$$

Q2：換気による単位時間・温度差1℃（K）あたりの熱損失量（W/K）

N：養生上屋内部空気の1時間あたりの換気回数（回/h）

V：養生上屋内部（建築物内部も含む）の空気容積（m³）

$$N = N_s \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D$$

A：囲い材サイズによる補正係数

B：囲い材の継ぎ目状態による補正係数

C：上屋の平面形（辺長比）による補正係数

D：囲い材の一重・二重と継ぎ目の良否状態による補正係数

1) 基準換気回数N_sの算定

指針解説図9.3および解説表9.3から、基準換気回数N_sを求める。

$$N_s = 5.5 \quad \text{※天井部無開口，風速：3.4m/s，高さ：} H \leq 5 \text{ m，床面積：600m}^2$$

2) 囲い材サイズによる補正係数Aの設定

指針解説表9.5から、補正係数Aを定める。

$$A = 1.6 \quad \text{※建築工事用シート（1.8×5.1m）}$$

3) 囲い材の継ぎ目状態による補正係数Bの設定

指針解説表9.6から、補正係数Bを定める。

$$B = 0.3 \quad \text{※良 好（すき間0.0～0.5cm）}$$

4) 上屋の平面形状（辺長比）による補正係数Cの設定

指針解説表9.7から、補正係数Cを定める。

$$C = 3.5 \quad \text{※辺長比：20.0}$$

5) 囲い材の一重・二重と継ぎ目の良否状態による補正係数Dの設定

指針解説表9.8から、補正係数Dを定める。

$$D = 0.8 \quad \text{※二重囲い：外シート+内シート（継目：普通）}$$

6) 養生上屋内部の空気容積Vの設定

$$V = 4,945.0 \quad (\text{m}^3)$$

7) 養生上屋の換気による熱損失量Q2の算定

上記から、

$$Q2 = 0.35 (N_s \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D) V = 12,794 \quad (\text{W/K})$$

3. 養生上屋の伝熱および換気による熱損失量（必要加熱熱量）の算定

$$Q = (Q_1 + Q_2) \cdot (T_i - T_{me})$$

Q：養生上屋の伝熱および換気による熱損失量（W）

T_i：計画養生温度（℃）

T_{me}：初期養生期間の予想平均気温（℃）

$$T_{me} = T_{sme} - 4$$

T_{sme}：初期養生期間の平均気温の平年値（℃）

施工予定日を含む旬の旬平均気温から、

$$T_{me} = T_{sme} - 4 = -4.4 - 4 = -8.4 \quad (^\circ\text{C})$$

計画養生温度T_iは10℃であることから、1時間当たりの熱損失量Qは次のようになる。

$$Q = (Q_1 + Q_2) \cdot (T_i - T_{me}) = 603,557 \quad (\text{W})$$

4. 加熱設備による熱供給量の算定

使用する加熱設備を下表に示す。

表2 加熱設備と熱量

加熱設備の名称・規格	熱量 (W)	台数	熱量 (W)
ジェットヒータ（規格A）	40,000	10	400,000
ジェットヒータ（規格B）	30,000	7	210,000
加熱熱量Q'			610,000

加熱熱量Q'（610000） ≥ 損失熱量Q（603557）となり、計画養生温度10℃を確保することができる。

$$\text{余裕値} : Q' - Q = 6443 \quad (\text{W})$$