

4. 調査結果

4.1 コンクリートの圧縮強度試験

コンクリートの圧縮強度試験コア採取位置図を図 4.1.1 に、圧縮強度試験結果を表 4.1.1 に示す。コアは、各位置 2 本ずつ小径コア（φ25）により採取した。

最も小さい結果となったのは、破壊形状 b を示した B-5-2（28.2 N/mm²）であるが、設計基準強度を上回る結果となった。最も大きい結果となったのは、破壊形状 b を示した B-8-1（45.9 N/mm²）であった。

これらの結果を含む補正後強度について、Grubbs 法により異常値棄却検討を行った結果（表 4.1.2 に示す）、異常値が認められなかったため、計算結果をそのまま採用した。平均強度については、設計基準強度（20.6 N/mm²）を上回った。また、ばらつきを考慮し、平均強度から標準偏差の 1/2 を差し引いた値でも、設計基準強度を上回る結果となった。

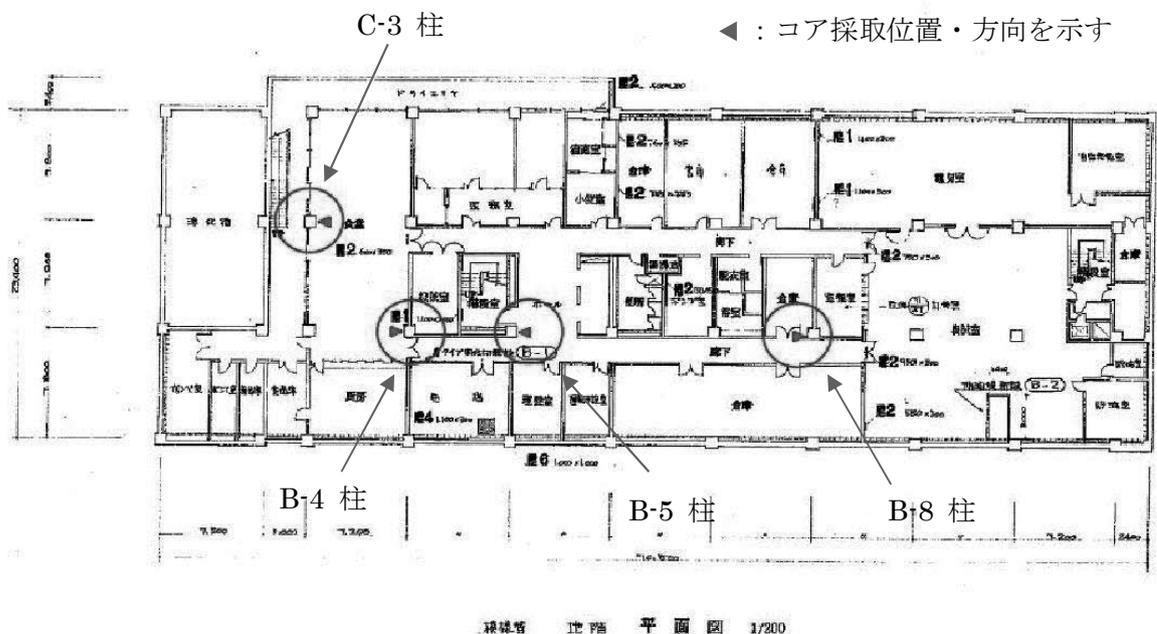


図 4.1.1 圧縮強度試験コア採取位置図（地下 1 階）

表 4.1.1 圧縮強度試験結果 (試験機関)

No.	供試体番号	採取位置	平均直径(d) [mm]	断面積 [mm ²]	平均高さ(h) [mm]	h/d
1	C-3-1	B1階・柱	25.4	506.7	49.8	2.0
2	C-3-2	B1階・柱	25.5	510.7	51.2	2.0
3	B-4-1	B1階・柱	25.5	510.7	51.3	2.0
4	B-4-2	B1階・柱	25.5	510.7	50.2	2.0
5	B-5-1	B1階・柱	25.5	510.7	50.9	2.0
6	B-5-2	B1階・柱	25.5	510.7	49.7	1.9
7	B-8-1	B1階・柱	25.5	510.7	51.8	2.0
8	B-8-2	B1階・柱	25.5	510.7	49.4	1.9
			以下余白			

No.	最大荷重 [kN]	圧縮強度 [N/mm ²]	補正值	補正後 圧縮強度 [N/mm ²]	破壊状況	打込み方 向と載荷 方法の関 係	計算式
1	22.1	43.6	0.9	42.7	b	直角	9
2	22.9	44.8	0.9	43.9	b	直角	9
3	19.8	38.8	0.9	37.9	b	直角	9
4	20.6	40.3	0.9	39.4	b	直角	9
5	15.2	29.8	0.7	29.1	b	直角	6
6	15.0	29.4	1.2	28.2	b	直角	6
7	23.9	46.8	0.9	45.9	b	直角	9
8	17.8	34.9	1.2	33.7	b	直角	6
			以下余白				

表 4.1.2 圧縮強度試験結果及び Grubbs 法による検定結果

供試体 No.	材齢	供試体採取位置	設計基準強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	補正後圧縮強度 (N/mm ²)	破壊形状	異常値の検証					異常値棄却後平均値 (N/mm ²)	強度平均値による判断 $f_c \geq 10$	構造体コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)	標準偏差考慮コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)		
							破壊形状による棄却検定	統計処理 (Grubbsの方法) による棄却検定									
								平均値 \bar{x}	標準偏差 \sqrt{v}	最大値 T	検定表値 G					棄却検定 T < G (OK)	
C-3-1	-	柱	20.6	43.6	42.7	b	OK	37.6	6.69	0.762	1.909	OK	37.6	OK	37.6	標準偏差考慮 (- $\sqrt{v}/2$) 34.3	
C-3-2	-		20.6	44.8	43.9	b	OK			0.941							OK
B-4-1	-	柱	20.6	38.8	37.9	b	OK			0.045							OK
B-4-2	-		20.6	40.3	39.4	b	OK			0.269							OK
B-5-1	-	柱	20.6	29.8	29.1	b	OK			1.270							OK
B-5-2	-		20.6	29.4	28.2	b	OK			1.404							OK
B-8-1	-	柱	20.6	46.8	45.9	b	OK			1.240							OK
B-8-2	-		20.6	34.9	33.7	b	OK			0.583							OK

< Grubbs (グラブス) 法による異常値の検定 >

地下1階の試験結果について、Grubbsの検定方法により異常値の検定を行った。

補正圧縮強度を、正規分布からの大きさ n (=8) の標本における最大偏差とその標本の標準偏差 σ の比を用いて、データの最小値および最大値について、有意点 10% (信頼限界 90%) で検定した。

$$T_{min} = (\text{フロアの平均値} - \text{フロアの最小値}) / \text{標準偏差}$$

$$T_{max} = (\text{フロアの最大値} - \text{フロアの平均値}) / \text{標準偏差}$$

T と G (n, α) を比較し、 $T \geq G (n, \alpha)$ の場合、その最小値 (または最大値) を異常値として棄却する。なお、表 4.1.3 より、 $\alpha = 1.909$ となる。

表 4.1.3 Grubbs 検定の有意点

標本個数	α (片側)
n	0.1
3	1.148
4	1.425
5	1.602
6	1.729
7	1.828
8	1.909
9	1.977
10	2.036

4.2 コンクリートの中性化深さ測定

コンクリートの中性化深さ測定結果を表 4.2.1 に示す。

中性化は、試験体 B-5-1, B-5-2 以外認められなかった。また、最大中性化深さは、B-5-2（塗装仕上げ+モルタル）の 3.0 mm であった。

表 4.2.1 中性化深さ測定結果（試験機関）

No.	供試体番号	採取位置	コアの長さ (躯体部分) [mm]	仕上げの厚さ [mm]		筒先端 端面
				筒元	筒先	
1	C-3-1	B1階・柱	72	28	-	破断
2	C-3-2	B1階・柱	83	28	-	破断
3	B-4-1	B1階・柱	95	39	-	破断
4	B-4-2	B1階・柱	66	46	-	破断
5	B-5-1	B1階・柱	87	21	-	破断
6	B-5-2	B1階・柱	82	21	-	破断
7	B-8-1	B1階・柱	90	26	-	破断
8	B-8-2	B1階・柱	90	25	-	破断
以下余白						

No.	測点	中 性 化 深 さ [mm]						最大値	平均値
		1	2	3	4	5	6		
1	筒元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
2	筒元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
3	筒元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
4	筒元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
5	筒元	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	2.0	2.0	0.8
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
6	筒元	0.0	2.0	3.0	3.0	0.0	2.0	3.0	1.7
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
7	筒元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
8	筒元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	筒先	-	-	-	-	-	-	-	-
以下余白									

中性化速度について、既往の提案式である岸谷式の式(1)を用いて検討を行った。

水セメント比は一般的な60%と仮定して $W=0.6$ 、本建物は昭和42年に竣工していることから $t=49$ 、 $R=0.41$ (モルタル+塗装仕上げ)として計算を行った。また、仕上げ材による中性化抑制効果は、表4.2.2に従った。

$$t = \frac{7.2}{R^2(4.6W - 1.76)^2} X^2 \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、

t : 経過年数 (年) W : 水セメント比

X : 中性化深さ (cm) R : 中性化比率

$R = [\text{塗装(ペイント)}] * [\text{モルタル}] = 0.71 * 0.58 = 0.41$

表 4.2.2 仕上げ材による中性化速度比

仕上げ材なし	ペイント	モルタル	タイル
1	0.71	0.58	0.38

「コンクリート構造物の耐久性シリーズ 中性化」(技報堂出版)より

以上から、49年を経過したコンクリートの中性化深さ X は、

$[\text{塗装(ペイント)} + \text{モルタル}] X_{p+M} = \sqrt{((49/7.2) \times 0.41)} = 1.07 \text{ cm} = 10.7 \text{ mm}$ となる。

本建物の中性化深さは、進行していないものが多く、最大でも3.0mmとなっていて、提案式より中性化速度が遅い結果となった。

5. 所見

5.1 コンクリートの圧縮強度試験

圧縮強度試験結果が最も小さい結果となったのは、破壊形状 b の B-5-2 (28.2 N/mm^2) で、設計基準強度を上回る結果となった。最も大きい結果となったのは、破壊形状 b の B-8-1 (45.9 N/mm^2) であった。

これらの結果を含む補正後強度について、Grubbs 法により異常値棄却検討を行った結果（表 4.1.2 に示す）、異常値が認められなかったため、計算結果をそのまま採用した。平均強度については、設計基準強度 (20.6 N/mm^2) を上回った。また、ばらつきを考慮し、平均強度から標準偏差の $1/2$ を差し引いた値でも、設計基準強度を上回る結果となった。

これらの結果から、本建物についてコンクリート強度上の問題は、無いものと考えられる。

6.2 コンクリートの中性化深さ測定

調査対象柱の中性化は、進行していないものが多く、最大でも 3.0 mm となっていて、提案式より中性化速度が遅い結果となった。

対象柱には、コンクリート躯体上にモルタル及び塗装仕上げが施工されていることで、二酸化炭素の侵入を阻止する効果があり、中性化の進行を抑制したものと考えられる。