

## 小岩井農場施設第一号牛舎、第二号牛舎及び第四号牛舎附属 サイロにおけるコンクリートの材料試験

- 種別：材料試験 [木材・煉瓦・鉄・コンクリート・その他]、重量測定、  
要素試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根)・非構造部材・その他]、  
補強性能試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根)・非構造部材・その他]

- 基本情報

文化財名称：小岩井農場施設 第一号牛舎附属サイロ、第二号牛舎附属サイロ、第四号牛舎附属サイロ

文化財種別 (指定年月日)：重要文化財 (平成 29 年 2 月 23 日)

所在地：岩手県岩手郡雫石町丸谷地 68-145 上丸地区

所有者 (管理団体)：公益財団法人 小岩井農場財団

構造形式：第一号牛舎附属サイロ 鉄筋コンクリート造及び木造、建築面積 31.04 m<sup>2</sup>、鉄板葺

第二号牛舎附属サイロ 鉄筋コンクリート造及び木造、建築面積 19.13 m<sup>2</sup>、鉄板葺

第四号牛舎附属サイロ 鉄筋コンクリート造及び木造、建築面積 18.87 m<sup>2</sup>、鉄板葺

建築年：第一号牛舎附属サイロ 昭和 11 年 (1936)

第二号牛舎附属サイロ 昭和 12 年 (1937)

第四号牛舎附属サイロ 昭和 13 年 (1938)

事業名称：重要文化財小岩井農場施設第一号牛舎ほか 3 棟耐震診断業務

事業期間：2021 年 4 月～2023 年 3 月

工事種別：耐震診断

事業者：公益財団法人 小岩井農場財団

設計監理：株式会社 三菱地所設計

実験計画者：株式会社 三菱地所設計

実験機関：建築研究振興協会 戸田試験所 (コア採取 株式会社 東京ソイルリサーチ)

実験年月日：R4.5.23～27、R5.1.16 (コア採取日)、R4.7.19・R5.1.20 (試験日)

引用・参考文献：－

## ●実験に至る経緯と目的

第一号牛舎附属サイロは、昭和 9 年に建設された木造の牛舎に昭和 11 年に増築した鉄筋コンクリート造の附属サイロである。第二号牛舎附属サイロは、明治 41 年に建設された木造の牛舎に昭和 12 年に増築した鉄筋コンクリート造の附属サイロである。第四号牛舎附属サイロは、明治 41 年に建設された木造の牛舎に昭和 13 年に増築した鉄筋コンクリート造の附属サイロである。これらのサイロの耐震診断に当たり、コンクリートコアの強度・中性化試験を行った。

コンクリート強度調査は、建物の主要構成材料であるコンクリートの圧縮強度を把握し、耐震安全性を把握するための基礎資料とすることを目的とした。

コンクリート中性化調査は、このコンクリートの中性化の程度を把握し、内部鉄筋の耐久性を把握するための基礎資料とすることを目的とした。

## ●概要

サイロ壁よりコアボーリングマシンを用いてコンクリートコア供試体( $\phi 80$ )を採取し、圧縮強度試験および中性化試験を行った。

## ●調査方法

### 【圧縮試験方法】

コアの採取は、均等かつ復旧の容易な箇所を選定し、各サイロの壁より採取した。

第一号牛舎附属サイロからは当初 4 箇所コアを採取したが、調査記号 1 牛-C-4 で採取したコアは、内部鉄筋が腐食して鉄筋膨張によるコンクリートの浮きと考えられる影響でコアが層状に割れ、長さが不足していたため、試験不適とし、コア供試体 3 本で試験を実施した。

さらに追加で、令和 5 年 1 月 16 日にコア供試体 3 本を追加採取した。ただし、コンクリートコア採取位置の内、調査記号 1 牛-C-5 と 1 牛-C-7 で採取したコアは、コアが層状に割れたことやコンクリート内部に豆板が生じたことで長さが不足していたため、試験不適とし、コア供試体 1 本で試験を実施した。

第二号牛舎附属サイロからはコアを 4 箇所採取したが、採取位置の内、調査記号 2 牛-C-3 と 2 牛-C-4 で採取したコアは、コンクリートに豆板が生じていたことに加えて内部鉄筋が腐食して鉄筋膨張によるコンクリートの浮きと考えられる影響でコアが中間で割れたため、試験不適とし、コア供試体 2 本で試験を実施した。

第三号牛舎附属サイロからはコアを 3 箇所採取した。

コア供試体の採取は「JIS A 1107 コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」に基づき、コアボーリングマシンにてできるだけ高さが直径の 2 倍になるように円柱状の供試体を壁面から採取した。

採取したコア供試体は「JIS A 1132 コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に基づき、採取されたコアを切断・整形して両端をキャッピングした。コンクリートの圧縮強度試験は「JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法」に基づき試験を実施した。但し、供試体の高さ(h)がその径(d)の1.9倍より小さい場合には、試験で得られた圧縮強度に表-1に示す補正係数を乗じて直径の2倍の高さをもつ供試体の強度に換算して求めた。

表-1 圧縮強度の補正係数

高さ と 直径 の 比 $h / d$	補正係数	備考
2.00	1.00	h/d がこの表にあら わす値の中間にある 場合、補正係数は補間 して求める。
1.75	0.98	
1.50	0.96	
1.25	0.93	
1.00	0.87	

・表中に示す補正係数は、補正後の値が  $100\text{N}/\text{mm}^2$  以下のコンクリートに適用する。

#### 【中性化試験】

試験体には、圧縮強度試験終了後の供試体を用いた。

試験は「JIS A 1152 コンクリートの中性化深さの測定方法」に準拠して行った。圧縮強度試験後のコンクリートコア供試体を軸方向に割裂し、その割裂面にフェノールフタレイン1%溶液を噴霧して行った。

●調査位置

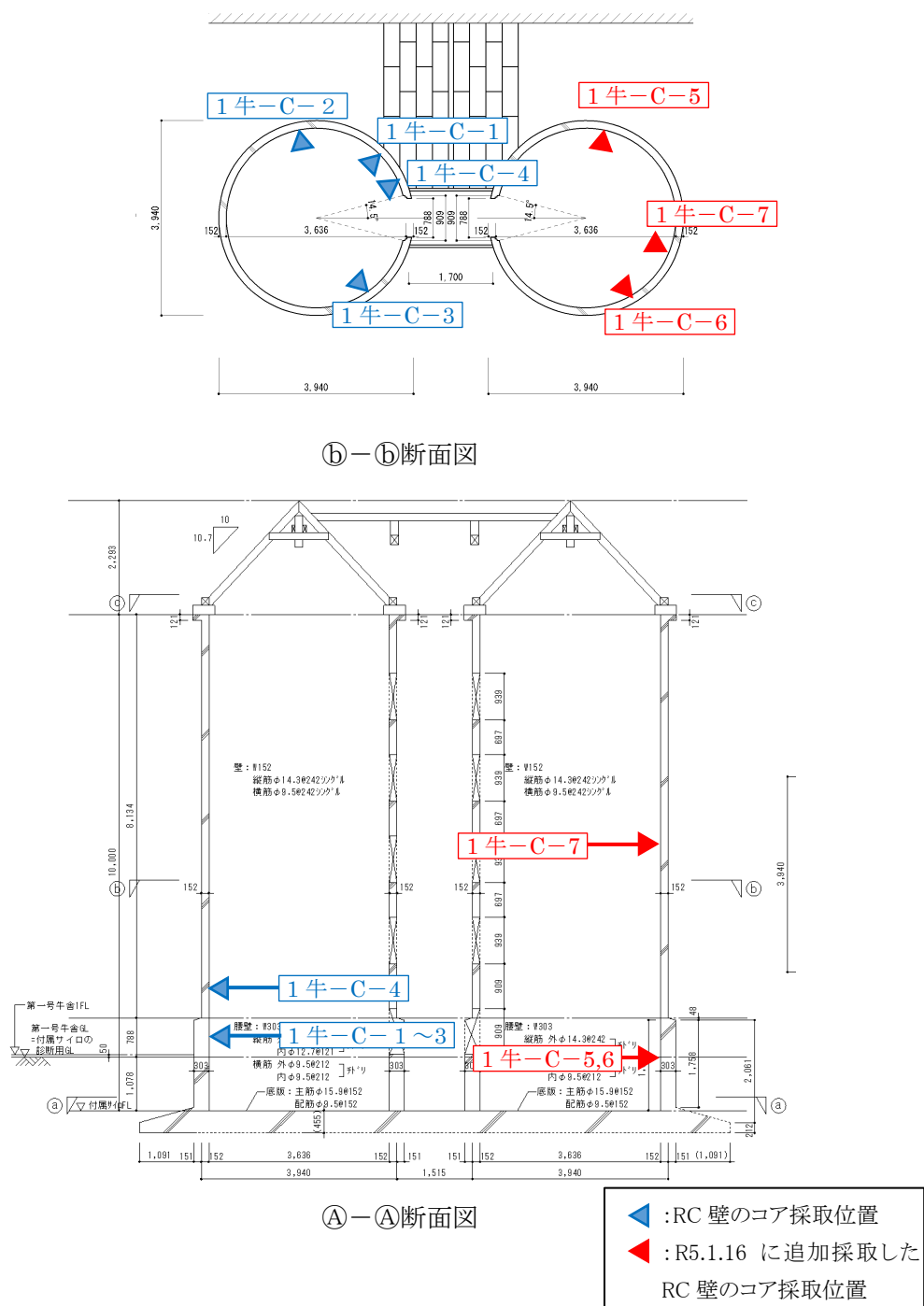
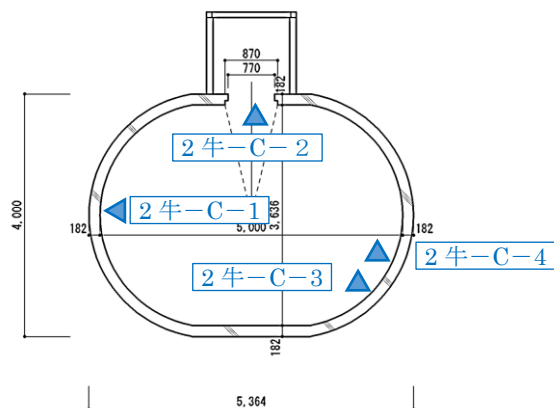
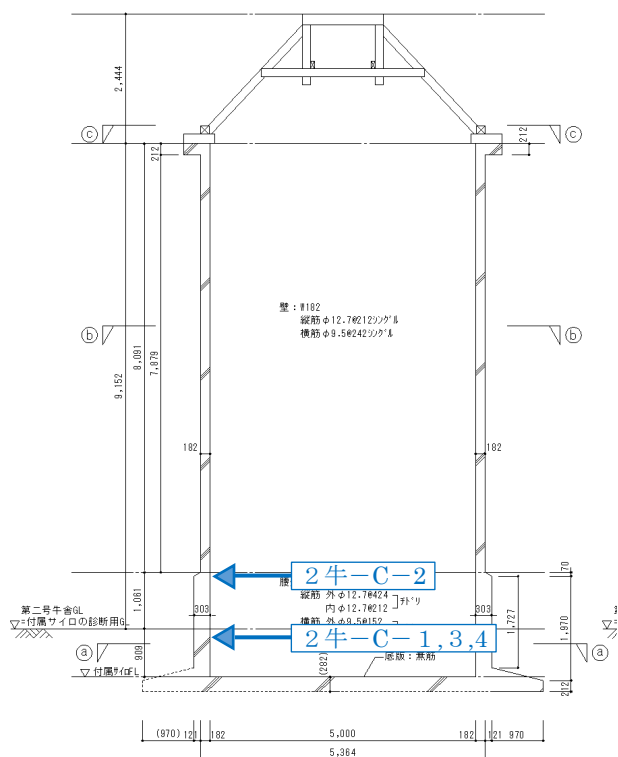


図-1 第一号牛舎附属サイロ コア採取位置図



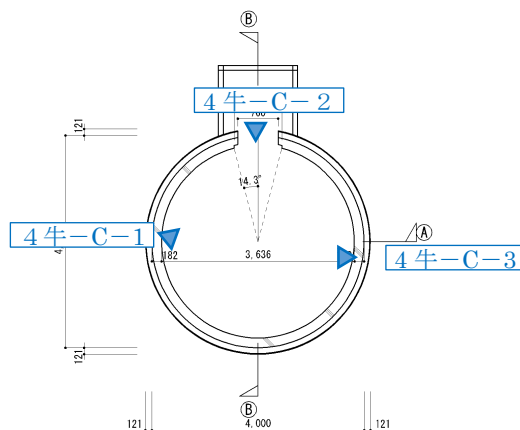
⑥-⑥断面図



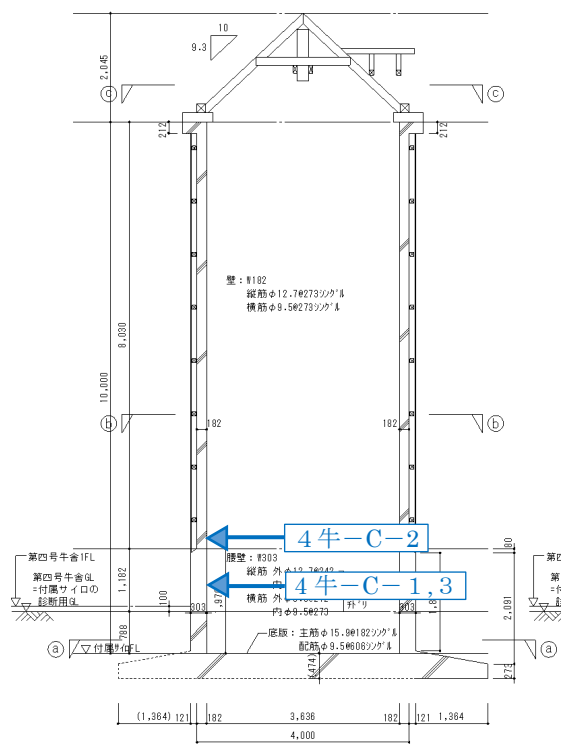
①-①断面図

◀ :RC壁のコア採取位置

図-2 第二号牛舎附属サイロ コア採取位置図



②-②断面図



①-①断面図

◀: RC 壁のコア採取位置

図-3 第四号牛舎附属サイロ コア採取位置図

● 調査結果

【圧縮試験結果】

第一号牛舎附属サイロのコンクリートコア 4 本の圧縮強度は、ばらつきが見られ、 $4.96\text{N/mm}^2$ ～ $14.0\text{N/mm}^2$ であった。

表-2 第一号牛舎附属サイロ コンクリート圧縮強度試験結果一覧

JIS A 1107 に基づく

コンクリートの種類	調査記号	採取位置	部材	直径 d [mm]	高さ h [mm]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	気乾単位容積質量 [t/m <sup>3</sup> ]	h/d	補正係数 A	圧縮荷重 [kN]	見かけ圧縮強度B [N/mm <sup>2</sup> ]	補正圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	各階平均圧縮強度X [N/mm <sup>2</sup> ]
普通 F <sub>c</sub> =不明	1牛-C-1	底版 +1.35m	壁	76.6	116.2	4608	2.08	1.52	0.962	31.4	6.81	6.55	8.83
	1牛-C-2	底版 +1.40m	壁	76.4	125.7	4584	2.08	1.65	0.972	23.4	5.10	4.96	
	1牛-C-3	底版 +1.05m	壁	76.4	116.1	4584	2.15	1.52	0.962	46.7	10.2	9.81	
	1牛-C-6	底版 +1.1m	壁	75.4	100.9	4465	2.20	1.34	0.941	66.7	14.9	14.0	

\* 推定設計基準強度:建設年度から $F_c=135\text{kgf/cm}^2$ ( $13.2\text{N/mm}^2$ )と推定した。

\* 普通コア(φ76)の補正圧縮強度は、「補正圧縮強度=補正係数A×見かけ圧縮強度B」により算出した。

※1牛-C-4、1牛-C-5、1牛-C-7の3本は、コアが層状に割れたことやコンクリート内部に豆板が生じていたため試験は実施できなかった。

第二号牛舎附属サイロのコンクリートコアの圧縮強度は、 $8.72\text{N/mm}^2$ 、 $17.5\text{N/mm}^2$ であり、ばらつきが見られた。

表-3 第二号牛舎附属サイロ コンクリート圧縮強度試験結果一覧

JIS A 1107 に基づく

コンクリートの種類	調査記号	採取位置	部材	直径 d [mm]	高さ h [mm]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	気乾単位容積質量 [t/m <sup>3</sup> ]	h/d	補正係数 A	圧縮荷重 [kN]	見かけ圧縮強度B [N/mm <sup>2</sup> ]	補正圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	各階平均圧縮強度X [N/mm <sup>2</sup> ]
普通 F <sub>c</sub> =不明	2牛-C-1	底版 +1.00m	壁	76.5	100.0	4596	2.15	1.31	0.937	42.8	9.31	8.72	13.1
	2牛-C-2	底版 +2.49m	壁	76.4	83.3	4584	2.12	1.09	0.892	89.7	19.6	17.5	

\* 推定設計基準強度:建設年度から $F_c=135\text{kgf/cm}^2$ ( $13.2\text{N/mm}^2$ )と推定した。

\* 普通コア(φ76)の補正圧縮強度は、「補正圧縮強度=補正係数A×見かけ圧縮強度B」により算出した。

※2牛-C-3と2牛-C-4は、コアが途中で割れたため試験は実施できなかった。

第四号牛舎附属サイロのコンクリートコア 3 本の圧縮強度は、 $20.0\text{N/mm}^2$ ～ $21.6\text{N/mm}^2$ であった。

表-4 第四号牛舎附属サイロ コンクリート圧縮強度試験結果一覧

JIS A 1107 に基づく

コンクリートの種類	調査記号	採取位置	部材	直径 d [mm]	高さ h [mm]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	気乾単位容積質量 [t/m <sup>3</sup> ]	h/d	補正係数 A	圧縮荷重 [kN]	見かけ圧縮強度B [N/mm <sup>2</sup> ]	補正圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	各階平均圧縮強度X [N/mm <sup>2</sup> ]
普通 F <sub>c</sub> =不明	4牛-C-1	底版 +1.17m	壁	76.5	151.9	4596	2.21	1.99	1.000	93.1	20.3	20.3	20.6
	4牛-C-2	底版 +2.43m	壁	76.5	152.6	4596	2.13	1.99	1.000	91.9	20.0	20.0	
	4牛-C-3	底版 +1.20m	壁	76.5	126.5	4596	2.23	1.65	0.972	102.1	22.2	21.6	

\* 推定設計基準強度:時代背景より $F_c=135\text{kgf/cm}^2$ ( $13.2\text{N/mm}^2$ )と推定した。

\* 普通コア(φ76)の補正圧縮強度は、「補正圧縮強度=補正係数A×見かけ圧縮強度B」により算出した。

【中性化試験結果】

第一号牛舎附属サイロのコンクリートコアの中性化深さは、呈色が不鮮明なため、中性化深さ測定不能となり、屋内側は採取したコア長さの全面が中性化していると判断した(最大 151.5mm)。

表-5 コンクリート中性化試験結果一覧

調査方法	コンクリートの種類	調査記号	採取位置	部材	環境 <sup>*1</sup>	仕上げ材		RC壁厚 [mm]	中性化深さ <sup>*2</sup> 最小値～最大値 (平均値) [mm]	中性化深さの 全体での平均値 [mm]
						種類	厚さ [mm]			
コアによる	普通 Fc=不明	1牛-C-1	底版 +1.35m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	15	303	全面中性化 ( 151.5 )	132.6
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	
		1牛-C-2	底版 +1.40m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	20	303	全面中性化 ( 151.5 )	
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	
		1牛-C-3	底版 +1.05m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	20	303	全面中性化 ( 151.5 )	
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	
		1牛-C-6	底版 +1.1m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	20	303	全面中性化 ( 76.0 )	
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	

\*1 位置：採取側 → コア採取方向 → 採取先

\*2 中性化深さ：全面中性化している場合は、便宜的に壁厚×1/2の長さを中性化深さとし、採取側と採取先に代入した。

※1牛-C-4、1牛-C-5、1牛-C-7の3本は、コアが層状に割れたことやコンクリート内部に豆板が生じていたため試験は実施できなかった。

第二号牛舎附属サイロのコンクリートコアの中性化深さは、呈色が不鮮明なため、中性化深さ測定不能となり、屋内側は採取したコア長さの全面が中性化していると判断した(最大 145mm以上)。

表-6 コンクリート中性化試験結果一覧

調査方法	コンクリートの種類	調査記号	採取位置	部材	環境 <sup>*1</sup>	仕上げ材		RC壁厚 [mm]	中性化深さ <sup>*2</sup> 最小値～最大値 (平均値) [mm]	中性化深さの 全体での平均値 [mm]
						種類	厚さ [mm]			
コアによる	普通 Fc=不明	2牛-C-1	底版 +1.00m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	25	145 (折取)	全面中性化 ( 145.0 )	109.0
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	
		2牛C-2	底版 +2.49m	#N/A	採取側 [屋内]	モルタル	20	182	全面中性化 ( 91.0 )	
					採取先 [屋内]	モルタル	8		全面中性化 ( 91.0 )	

\*1 位置：採取側 → コア採取方向 → 採取先

\*2 中性化深さ：全面中性化している場合は、便宜的に壁厚×1/2の長さを中性化深さとし、採取側と採取先に代入した。

※2牛-C-3と2牛-C-4は、コアが途中で割れたため試験は実施できなかった。

第四号牛舎附属サイロのコンクリートコアの中性化深さは、呈色が不鮮明なため、中性化深さ測定不能となり、屋内側は採取したコア長さの全面が中性化していると判断した(最大 151.5mm)。



表-7 コンクリート中性化試験結果一覧

調査方法	コンクリートの種類	調査記号	採取位置	部材	環境*1	仕上げ材		RC 壁厚 [mm]	中性化深さ*2 最小値～最大値 (平均値) [mm]	中性化深さの 全体での平均値 [mm]
						種類	厚さ [mm]			
コアによる	普通 F <sub>c</sub> =不明	4牛-C-1	底版 +1.17m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	6	303	全面中性化 (151.5)	121.3
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	
		4牛-C-2	底版 +2.43m	壁	採取側 [屋外]	モルタル	15	182	全面中性化 (91.0)	
					採取先 [屋内]	モルタル	47		全面中性化 (91.0)	
		4牛-C-3	底版 +1.20m	壁	採取側 [屋内]	モルタル	6	303	全面中性化 (151.5)	
					採取先 [屋外]	途中折	—		—	

\*1 位置：採取側  $\xrightarrow{\text{コア採取方向}}$  採取先

\*2 中性化深さ：全面中性化している場合は、便宜的に壁厚さ×1/2の長さを中性化深さとし、採取側と採取先に代入した。

以上