

第三章 設施之設計基準

目錄

(斜體字章節內含 NAC Proprietary Information 之相關內容)

一、 設施之設計	3.1.1-1
(一) 貯存護箱設計	3.1.1-1
(二) 構造安全設計	3.1.2-1
(三) 輔助系統及設備之設計	3.1.3-1
(四) 公用系統及設備之設計	3.1.4-1
(五) 設施各結構、系統與組件之品質分級	3.1.5-1
(六) 輻射安全設計	3.1.6-1
(七) 作業安全設計	3.1.7-1
(八) 預防異常狀況或意外事故之設計	3.1.8-1
(九) 利於未來除役作業之設計	3.1.9-1
(十) 設計資料需附適當比例尺之詳細圖說	3.1.10-1
二、 設施之建造	3.2.1-1
(一) 施工特性	3.2.1-1
(二) 施工計畫	3.2.2-1
三、 參考文獻	3.3-1
附錄 3.A 本系統之重要組件設計圖(圖號 630075-091-2-1/4~4/4 NAC <i>PROPRIETARY INFORMATION</i>)	3.A-1

附圖目錄

圖 3.1.1-1 燃料方管卡榫結合示意圖 (NAC Proprietary Information)	3.1.1-14
圖 3.1.1-2 燃料方管與側邊/彎角支撐銲件結合部分示意圖 (NAC Proprietary Information)	3.1.1-15
圖 3.2.1-1 貯存場混凝土基座平面配置圖	3.2.1-4
圖 3.2.1-2 貯存場混凝土基座全區剖立面圖	3.2.1-5
圖 3.2.2-1 預計施工時程	3.2.2-3

附表目錄

表 3.1.1-1 本系統與 MAGNASTOR-87 系統設計差異比較表	3.1.1-16
表 3.1.1-2 核二廠符合規劃條件之用過核子燃料數目	3.1.1-17
表 3.1.1-3 MAGNASTOR 系統 B8-62A 燃料與待貯存核子燃料各項參數 比較	3.1.1-17
表 3.1.1-4 本系統主要設計基準及接受準則	3.1.1-18
表 3.1.1-5 密封鋼筒及提籃設計參數	3.1.1-20
表 3.1.1-6 混凝土護箱設計參數	3.1.1-22
表 3.1.1-7 傳送護箱設計參數	3.1.1-24
表 3.1.1-8 密封鋼筒採用 ASME 替代方案一覽表	3.1.1-26
表 3.1.1-9 NAC 公司 MAGNASTOR 系統執照文件清單	3.1.1-28
表 3.1.2-1 貯存場混凝土基座設計參數	3.1.2-12
表 3.1.2-2 密封鋼筒各組件之結構設計分類及其應力接受準則	3.1.2-13
表 3.1.2-3 密封鋼筒之設計負載組合	3.1.2-14
表 3.1.2-4 混凝土護箱之設計載重	3.1.2-15
表 3.1.5-1 系統主要組件之品質分級	3.1.5-3
表 3.1.5-2 細節組件之品質分級	3.1.5-4
表 3.1.9-1 混凝土護箱活化活度統計 (Bq/m^3)	3.1.9-3
表 3.1.9-2 密封鋼筒活化活度統計 (Bq/m^3)	3.1.9-4
表 3.1.10-1 各主要組件、結構及系統設計圖之圖目錄	3.1.10-2

第三章 設施之設計基準

本章敘述本公司核二廠用過核子燃料乾式貯存設施之設計及建造。第一節敘述設施設計，包括貯存護箱設計、構造安全設計、輔助系統及設備設計、公用系統及設備之設計、設施各結構系統與組件之分類、輻射安全設計、作業安全設計、預防異常狀況或意外事故之設計、利於未來除役作業之設計及設計資料圖說等；第二節則敘述設施之建造，包括施工特性與施工計畫。

一、設施之設計

本設施係為了核二廠一、二號機用過核子燃料之乾式貯存而設計。本設施採用 NAC 公司設計之 MAGNASTOR-87 貯存系統，並考量核二廠特有之情況與限制，進行必要之設計修正(僅有混凝土護箱因受核二廠場址特性而進行相關的設計修正)，以下簡稱為本系統。按本系統與 MAGNASTOR-87 系統的主要差異如表 3.1.1-1 所示，由此表可知僅混凝土護箱因場界輻射劑量限制而進行厚度修正，及傳送護箱因廠內運送而增加防倒用吊耳等小幅修正外，其餘部分均與 MAGNASTOR-87 相同。依核二廠場址特定條件所作重大項目之評估，請參考本報告相關章節。

本系統主要由密封鋼筒、混凝土護箱及傳送護箱所構成，每組護箱可貯存 87 束 BWR 用過核子燃料。

(一) 貯存護箱設計

1. 待貯存用過核子燃料介紹

本設施計畫貯存之用過核子燃料為完整的 GE8x8-2 和 ANF8x8-2 用過核子燃料，其最大初始平均濃縮度為 3.25 wt% U-235，最大平均燃耗為 35,000 MWD/MTU，最小冷卻時間為 20 年，每束燃料之最大衰變熱保守估算為 0.168 kW。每一個密封鋼筒可裝載 87 束用過核子燃料，故每一密封鋼筒最大設計熱負載為 14.6 kW。核二廠目前所擁有的核子燃料計有 GE8x8、ANF8x8、ANF92、SPC9B、SPC10（只有 4 束）與 ATRIUM-10

共六種燃料型式，符合最小冷卻時間 20 年者（截至 83 年 12 月 31 日），計有 GE8x8 1,984 束（一號機 992 束，二號機 992 束）、ANF8x8 1,526 束（一號機 827 束，二號機 696 束），合計共有 3,507 束，扣除紀錄中不符合待貯存燃料特性之 6 束（一號機 2 束，二號機 4 束），共有 3,501 束符合前述條件之規定。本系統準備裝載 27 組護箱，總計 2,349 束燃料，3,501 束較待運貯所需 2,349 束，仍有相當餘裕。表 3.1.1-2 列出了符合前述條件之用過核子燃料的型式與數量。

MAGNASTOR 系統可貯存之 BWR 燃料規格，其最大初始平均濃縮度為 3.8 wt%，最大平均燃耗為 60,000 MWD/MTU，最小冷卻時間為 4 年，每束燃料之最大衰變熱為 0.379 kW，每個密封鋼筒可以貯存 87 組燃料束，密封鋼筒容許最大設計熱負載為 33.0 kW。表 3.1.1-3 為 MAGNASTOR-87 系統可貯存之 BWR 燃料 B8-62A 與本系統待貯存核子燃料各項參數比較表，由該表可知，本系統之待貯存核子燃料(GE8x8 及 ANF8x8)特性均可被 MAGNASTOR-87 系統的設計參數所涵蓋。由於本系統用於貯存燃料之密封鋼筒與原 MAGNASTOR-87 設計完全一樣，故本系統的設計參數亦已涵蓋所有將貯存核子燃料之特性。

本系統在分析時均採保守假設，對於臨界、熱流和屏蔽評估，選用會讓反應度、衰變熱及射源強度最強的燃料束來進行分析；對於結構評估，則選用會讓整體重量最重和最長的燃料束來進行分析，關於各項評估所選用的燃料束參數，將在第六章各節分析項目內做進一步說明。被選定做為設計基準燃料的燃料束，其主要特性參數，例如：燃料體積重量、初始濃縮度、冷卻時間和燃耗(burnup)等，這些參數的實際值未必作為各分析項目之輸入值，而是以各分析項目最保守的情況，來決定相關參數的極限值，換言之，即採用極限涵蓋分析方法(bounding analysis method)。

2. 正常操作、異常狀況、意外事故及天然災害事件之設計基準

貯存系統之設計為保護密封鋼筒內之用過核子燃料，不論在正常、異常及意外狀況下均可避免放射性物質釋出，以符合相關法規規定。以下

第(1)部份提供安全保護系統之設計準則，第(2)部份提供環境及天然災害事件之設計準則。

(1) 安全保護系統之設計基準

本系統主要包括密封鋼筒、混凝土護箱及傳送護箱，如本報告第一章圖 1.2-7，詳細之功能結構、系統組件及設計圖說參閱本章一、(一).3 及一、(十)節。貯存系統之結構、熱移除能力、輻射屏蔽、臨界及密封功能，在正常、異常及意外事故下均符合相關法規，其主要設計基準及接受準則詳列於表 3.1.1-4。至於三個主要組件之設計參數分別如表 3.1.1-5~7。

(2) 天然災害之設計基準

本系統必須針對核二廠廠址天然災害設計基準情況下，確保可以維持：次臨界狀態、燃料護套及密封鋼筒之密封完整、燃料可再取出，以及合理之輻射屏蔽。天然災害之設計基準根據 10 CFR72 和 10 CFR50，應考慮之狀況包括颱風及由颱風引起之投射物、洪水、地震、閃電、溫度及日照與負載組合等。主要天然災害設計基準及接受準則亦請參考表 3.1.1-4。

3. 主要安全功能結構、系統與組件之設計

本系統主要結構物包括：(1)密封鋼筒(內含提籃)、(2)混凝土護箱，以及(3)傳送護箱。以下就其安全功能之設計，分別說明之：

(1) 密封鋼筒(內含提籃)

A. 概述

密封鋼筒用於盛裝用過核子燃料，進行乾式貯存；燃料提籃為直立圓柱體（right circular cylinder），內有 45 支燃料方管，對角以卡樁每 4 支串接成 5 支可貯存燃料空間【多一支組合燃料腔（Developed cell）】，加上外圍 8 組支撐組件（4 組側邊支撐鉸件；4 組彎角支撐鉸件），構成每組燃料提籃可容納 87 束 BWR 燃料。

構成組合燃料腔之對角相鄰燃料方管間的卡榫結合說明如下文與圖 3.1.1-1 與 3.1.1-2 所示。

- 方管上下端各鐸有上部/下部聯結銷孔（外方內圓孔），再以聯結插銷(較小直徑 4.7 mm)聯結對角相鄰之方管。詳見圖 3.1.1-1 所示。上部聯結插銷之較大直徑(25.4 mm)端作為頂端間隔（spacer）用支撐件，下部聯結插銷之較大直徑(25.4 mm)端作為支撐燃料方管用。
 - 方管中間段有定位銷與對角相鄰方管的定位槽（直角）相楔合。方管的對角每排有 15 支定位銷（相鄰者為定位槽），每支方管共有 60 支定位銷（定位槽）。詳見圖 3.1.1-1 所示。
 - 方管與側邊支撐鐸件/彎角支撐鐸件之結合面每面鐸有 10 只轂（BOSS 中間有螺紋孔）以螺栓結合。詳見圖 3.1.1-2。
- 密封鋼筒其主要功能包括：

- 提供密閉包封，避免放射性物質外洩
- 提供盛裝燃料之結構支撐、餘熱移除及次臨界控制
- 提供充滿氬氣之環境，防止燃料護套劣化
- 提供輻射屏蔽

B. 密封鋼筒需求規劃

(A) 設計及運轉參數(Design and Operational Parameters)

密封鋼筒可容納 87 束鋳合金護套(Zircaloy clad)之 BWR 用過核子燃料束。用過核子燃料束之相關之燃料特性、類型、燃料束長度、寬度和重量等，如本章一、(一)節所述。

- a. 提籃置於密封鋼筒內，主要功能為提供燃料束之結構支撐、熱移除，以及次臨界之控制。
- b. 密封鋼筒之設計係保守假設搬運時鋼筒內部具有緩和劑（水），且不考慮燃耗之效應(burnup credit)，仍保證能維持在次臨界。

- c. 密封上蓋上有六個螺紋孔可結合特殊吊具(例如：密封鋼筒銜接器)，其設計強度可承受密封鋼筒加用過核子燃料的總重，並符合 ANSI N14.6 之要求，每組(三個螺紋孔為一組)主要承載吊運組件承受應力應低於其降伏強度(yield strength)之 $1/3$ ，且低於極限強度(ultimate strength)之 $1/5$ ；當無複置(redundant)吊運系統時，則需滿足 NUREG 0612 之要求，其承受應力應低於其降伏強度 $1/6$ ，且低於極限強度 $1/10$ 。密封上蓋及其與密封鋼筒銲接點之主要吊升負載(critical load lifting)，應符合 ANSI N14.6 的要求。
- d. 捲揚安全保護系統(a hoist safety system)應與傳送護箱配合使用，以防止密封鋼筒於置入混凝土護箱操作過程中，密封鋼筒不慎被從傳送護箱中拉出。密封鋼筒向上吊舉時，傳送護箱之保護環(retaining ring)和密封鋼筒銜接器(adapter)螺栓應有足夠的強度，足以支撐滿載之傳送護箱外加 10 %動態負載因子的重量。
- e. 密封鋼筒密封上蓋有雙重銲接作密封，其中第一層銲接包含密封上蓋對密封鋼筒外殼銲接(銲道 1A:低於密封上蓋頂面約 20.0mm 處)及密封上蓋對排水孔/排氣孔之內層孔蓋的銲接(銲道 1B)。第二層(redundant)銲接包含密封環對密封上蓋與密封鋼筒外殼銲接(銲道 2A：約與密封上蓋頂面等高位置)及排水孔/排氣孔之外層孔蓋對密封上蓋的銲接(銲道 2B)。銲道 1A 需執行漸進式液滲檢測 (progressive PT)，並於封銲完成後，執行水壓測試 (hydrostatic pressure test)。水壓測試完成後，執行排水、抽真空、氦氣回填等程序。接著執行銲道 1B 之銲接與液滲檢測 (PT) 及氦氣洩漏測試(helium leak test)。於氦氣洩漏測試合格後，第一層密封銲接即告完成。銲道 2A 完成後，執行液滲檢測 (PT)，並於檢測通過後，執行銲道 2B 的封銲作業與液滲檢測 (PT)。該檢測通過後，第二層密封銲接即告

完成。

- f. 燃料方管及提籃支撐鉸件之材質為無電鍍鎳碳鋼，詳細資料請參考本章一、(一).2 節表 3.1.1-5 與一、(十)節工程設計圖之提籃結構敘述。
- g. 碳鋼材質之提籃組件(燃料方管及提籃支撐鉸件等)鍍有不易起化學反應之金屬膜(符合 ASTM B733-SC3 之無電鍍鎳)，以防止燃料池水與碳鋼直接接觸。
- h. 燃料方管之設計應具有中子吸收劑，其設計基準應能符合 10CFR72.124, 10CFR72.236(c)，以及 NUREG-1536 (Standard Review Plan for Dry Cask Storage Systems) 第 6 章和 NUREG-1567 (Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities) 第 8 章兩份標準審查計畫(SRP)之規範，即在所有正常、異常與事故情況下，有效中子增殖因子 (k_{eff}) 皆應小於 0.95。另使用之中子毒素濃度(有效面積密度)至少為 0.02 g/cm^2 ^{10}B 。
- i. 密封鋼筒包括提籃結構之設計壽命為 50 年。

(B) 遵循之法規及標準(Code and Standard Compliance)

- a. 密封鋼筒(不含提籃)之設計、製造係依據 ASME B&PV Code, Section , Subsection NB 【1】 之規定。
- b. 內部提籃組件之設計、製造係依據 ASME B & PV Code, Section , Subsection NG 【2】 之規定。
- c. 上述規定不適用於本計畫之處，則採替代方案進行，詳如表 3.1.1-8。

C. 佈置

(A) 燃料廠房

密封鋼筒在傳送護箱內於裝載燃料束時，安置於核二廠護箱裝載池(Cask Loading Pool)中之裝載區內；燃料裝載完成後，則離開裝載池而吊至燃料廠房護箱準備區或其他適當地點進行排水、抽真空、氬氣回填及密封上蓋銲接作業；最後將傳送護箱以適當載具（如多軸板車）載運至貯存場進行傳送至混凝土護箱之作業。

(B) 貯存場

密封鋼筒由傳送護箱傳送進入混凝土護箱之作業將以符合法規要求之適當吊具（如門型吊車）進行。門型吊車與貯存場的佈置，詳見本章一、(十)節設計說明圖及 3.2.1-1 貯存場混凝土基座平面配置圖。

(2) 混凝土護箱

A. 概述

混凝土護箱用於裝載密封鋼筒進行乾式貯存，其主要功能包括：

- 提供裝載用過核子燃料密封鋼筒之結構保護
- 提供密封鋼筒之輻射屏蔽
- 提供密封鋼筒與外界環境之部分隔離
- 提供空氣流道使密封鋼筒得到必要之冷卻

B. 混凝土護箱需求規劃

(A) 設計及運轉參數

- a. 混凝土護箱以垂直站立的方式貯放密封鋼筒，於貯存期間，無論在正常、異常及意外事故時，皆能提供結構之支撐、熱移除及輻射屏蔽之功能。
- b. 混凝土護箱本體主要由鋼筋混凝土及碳鋼內襯所組成。混凝土

護箱本體混凝土密度平均為 2.32 g/cm^3 (145 lb/ft^3)，局部混凝土密度須至少為 2.27 g/cm^3 (142 lb/ft^3)；頂蓋之混凝土密度須至少為 2.24 g/cm^3 (140 lb/ft^3)。

- c. 混凝土護箱除鋼筋之外，所有碳鋼組件之完成品外表均應施以適當塗裝以防止腐蝕。
- d. 密封鋼筒可藉由傳送護箱傳送進入混凝土護箱，或自混凝土護箱取出。
- e. 混凝土護箱可提供足夠的冷卻空氣對流，以保持混凝土和燃料護套於貯存期間，其溫度皆符合限值之規定。
- f. 混凝土護箱可提供足夠的屏蔽，以符合法規輻射劑量限值之規定。
- g. 混凝土護箱空氣出口處裝設溫度感應器(熱電偶)，以監測空氣出口之溫度。
- h. 混凝土護箱之設計壽命為 50 年。

(B) 依循之法規及標準

- a. 混凝土護箱之設計依據 10 CFR 72【10】之規定。
- b. 混凝土護箱之意外事故分析主要依據 ANSI/ANS 57.9【14】之規定。
- c. 混凝土護箱內襯製造之銲接，主要依據 AWS D 1.1【30】規範之規定。
- d. 混凝土護箱(包括鋼筋)之設計主要依據 ACI-349【4】之規定，材料可採 CNS 國家標準。

C. 佈置

混凝土護箱在貯存場的佈置，請參見圖 3.2.1-1 貯存場混凝土基座平面配置圖。

(3) 傳送護箱

A. 概述

傳送護箱為一具有屏蔽之容器，用於盛裝密封鋼筒進行燃料裝載/卸載作業，其主要功能包括：

- 提供密封鋼筒操作過程中之輻射屏蔽。
- 提供密封鋼筒與混凝土護箱之間的傳送功能。
- 提供持續水流流經與密封鋼筒外壁間之隙，可冷卻密封鋼筒外壁以及避免密封鋼筒外壁在水池中受到污染。

B. 傳送護箱需求規劃

(A) 設計和運轉參數

- 傳送護箱之主要構件包括內、外殼(inner, outer shells)、耐磨帶(wear strip)、加馬鉛屏蔽、中子屏蔽、保護環、吊耳軸、頂環、底環、屏蔽門及門軌等，其材質包括低合金鋼(low alloy)、碳鋼及不鏽鋼，詳如表 3.1.1-7。
- 傳送護箱之內外表面應施以適當塗裝，以防止腐蝕並利於除污作業。內表面有耐磨帶(wear strip)，可減少內表面塗裝被磨損。
- 傳送護箱於製造或操作過程中所使用的潤滑劑，須與燃料池水相容。
- 傳送護箱之頂端有一保護環，以防止密封鋼筒意外吊出傳送護箱。
- 傳送護箱有二只吊耳軸(trunnions)。吊耳軸於設計溫度下，其承受應力應低於其降伏強度之 $1/6$ ，且低於極限強度之 $1/10$ 。主要負載組件(包含護箱外殼、屏蔽門軌/板)承受應力亦應低於其降伏強度之 $1/6$ ，且低於極限強度之 $1/10$ 。
- 保護環及其主要受力組件之設計應符合 ASME Code, Section III, Level C 之情況。
- 傳送護箱有 16 支相同標準之水管連接頭穿過箱體，其中有 8

支是在頂環側面穿出，另 8 支則經由底環側面穿出。密封鋼筒與傳送護箱之環狀間隙，在頂環與底環分別設有水封環(O-ring)裝置，除礦水經由進水管進入密封鋼筒與傳送護箱間之環狀間隙。進水壓力保持比池水略高之壓力(保持出水管有水流出)，以確保環狀間隙之水向外流，除可冷卻密封鋼筒外壁，亦可防止密封鋼筒外表面被池水污染。這些貫穿管的設計應儘可能減少輻射滲流(streaming)效應。

(B) 依循之法規及標準

傳送護箱為主要負載組件，其設計、分析及測試，應分別滿足 ANSI N 14.6【6】及 NUREG 0612【15】(吊耳軸部分)，以及 AWS D1.1【30】及 ASME IX【31】(銲接部分)之規範要求。

C. 佈置

傳送護箱裝填空的密封鋼筒時，安置於護箱裝載池中之裝載區內執行燃料裝載。護箱裝載燃料後吊至燃料廠房護箱準備區或其他適當地點進行密封鋼筒排水、抽真空、氬氣回填及密封上蓋銲接等作業。最後將裝滿燃料束的密封鋼筒傳送至混凝土護箱的作業時之佈置，請參見本章一、(十)節設計說明圖及圖 3.2.1-1 貯存場混凝土基座平面配置圖。

4. 本設施使用之設計

本設施採用美國 NAC 公司 MAGNASTOR-87 系統，經考量核二廠特有需求與限制後進行必要之設計修正，符合國內、外法規，安全可靠且達到國際標準的乾式貯存系統。

NAC 公司原經由 NRC 核准之 MAGNASTOR-87 原申請文件、證書、審查及核准文件之名稱及證號，列於表 3.1.1-9 中。

5. 影響系統壽命的因素

(1) 密封鋼筒

A. 腐蝕

製造密封鋼筒及燃料提籃的材質，是使用抗腐蝕的 304/304L 不銹鋼和無電鍍鎳碳鋼，在輻射環境下均為穩定。於密封前，會抽真空然後回填惰性氣體氬氣(99.995%)，以確保密封鋼筒內部不會有任何會造成氧化的液體或氣體。

B. 結構疲乏

在執行乾貯作業時，每個密封鋼筒只有在封銲前會有短期的溫度梯度和壓力變化，一旦封銲密封完成，即不再會週期性地重複經歷同樣的溫度和壓力變化；因此，正常的操作程序並不構成結構疲乏的原因。而異常或假想的事務情況並不是經常發生，同樣不具週期性，故亦不會造成密封鋼筒結構疲乏。

C. 維持氬氣壓力

會依照相關程序書的規範，執行封銲作業和防漏檢驗，確保在整個設計壽命期間，密封鋼筒內的充滿氬氣的環境維持不變，以維持密封鋼筒內部不會有造成材料氧化的環境。

D 燃料護套的允許溫度

在整個貯存期間，都要維持燃料護套的溫度低於允許溫度，以防止護套破損。在熱傳分析時，已相當保守地評估此允許溫度，而隨著貯存時間的增加，用過核子燃料的衰變熱會逐年遞減，密封鋼筒內部的氬氣，也有助於衰變熱的移除。

E. 中子吸收物 ^{10}B 的衰減

由於所貯存用過核子燃料的中子通率相當低，在 50 年的設計壽命下，不會造成顯著的 ^{10}B 衰減量。於臨界分析時，也依據法規要求保守地取用 ^{10}B 有效面積密度 0.02 g/cm^2 (Boral 實際量測面積密度的 75 % 或 MMC 或 Borated Aluminum 實際量測面積密度的 90%) 來進行分析。因此，在整個貯存期間，密封鋼筒內都有足夠的 ^{10}B 來維持其臨界安全。

F. 化學、電化學等反應

密封鋼筒只有在封銲前會與用過燃料池水、循環水和除污水有短時間的接觸，封銲後內部長時間處於惰性氣體中，外部則是長時間處於大氣中，因此，不會造成特殊的影響。

G. 材料測試

依據 ASM 第 13 冊「腐蝕」報告 304/304L 不銹鋼的腐蝕測試結果，在海水的環境下，其平均腐蝕率小於 0.001 mils/y (約 $0.025 \mu\text{m/y}$)；在 15 年後局部金屬表面平均腐蝕深度為 0.011 mils (約 $0.3 \mu\text{m}$)；在 50 年後，局部金屬表面平均腐蝕深度為 $0.0037 \pm 0.00005 \text{ in}$ (約 $0.925 \pm 0.013 \mu\text{m}$)。由此可知密封鋼筒的外殼在正常或意外條件下，因腐蝕所造成的厚度變化並不顯著。

(2)混凝土護箱

A. 材料特性

使用碳鋼和第二型波特蘭水泥等材料，這些材料都是在核能工業使用多年，能在比乾式貯存更為嚴苛的輻射環境下使用相當長的時間。

B. 維護計畫

在整個貯存期間，系統本身與安全相關的各項功能都不需要額外的設備做監控，僅須注意天氣變化可能造成的影響和定期巡視通風口是否通暢。

應廠家要求：
本部分涉及廠家商業機密，屬其智慧財產權，
不予公開。

圖 3.1.1-1 燃料方管卡樺結合示意圖 (NAC Proprietary Information)

應廠家要求：
本部分涉及廠家商業機密，屬其智慧財產，
不予公開。

圖 3.1.1-2 燃料方管與側邊/彎角支撐鉸件結合部分示意圖 (NAC Proprietary Information)

表 3.1.1-1 本系統與 MAGNASTOR-87 系統設計差異比較表

設計項目	本系統	MAGNASTOR-87
密封鋼筒(內含提籃)		
熱負載	14.6 kW	33 kW
冷卻時間	最少 20 年.	最少 4 年
燃料初始平均濃縮度	3.25 wt% ²³⁵ U max.	3.8 wt% ²³⁵ U max
燃料燃耗	35,000 MWD/MTU max.	60,000 MWD/MTU max.
混凝土護箱 ^{註 1}		
重量(空重且不含頂蓋)	183 MT/404000 lb	97.3 MT/214000 lb
高度(不含頂蓋凸出高度)	5950.0 mm/234.3 in	5722.6 mm/225.3 in
外徑	4250.0 mm/167.3 in	3454.4 mm/136.0 in
內襯厚度	100.0 mm/3.9 in	44.5 mm/1.75 in
混凝土厚度	1015.0 mm/40.0 in	673.1 mm/26.5 in
頂蓋厚度	720.0 mm/28.3 in	172.7 mm/6.8 in
頂蓋重量	6.8 MT/15000 lb	2.3 MT/5000 lb
出氣口(剖面形狀)	曲折(降低輻射劑量考量)	直的
吊耳	無	有
傳送護箱		
安全裝置	保護環	保護塊(3×120 度)
旋轉口袋(rotating pocket)	無	4 孔(水平傳送專用)
吊耳軸軸套	無	有(水平傳送專用)
上部充／排水管組件	直的	彎曲的
防倒吊耳	有	無
貯存場混凝土基座		
廠界年劑量 ^{註 2}	0.05 mSv/y	0.25 mSv/y
周圍溫度 ^{註 2}	32 °C	24.4 °C
地震 ^{註 2}	0.88g (Horizontal PGA at Concrete pad Top Surface) 0.78g (Vertical, PGA)	0.37g (at Concrete pad Top Surface)
其他	-	-

註 1:差異來自於核二廠場界劑量的要求。

註 2:依核二廠場址特定條件所作重大項目之評估，請參考本報告相關章節。

表 3.1.1-2 核二廠符合規劃條件之用過核子燃料數目

統計至 83/12/31 退出總束數	GE8x8	ANF8x8	合計
一號機	992	827	1,819
二號機	992	696	1,688
破損燃料			6
完整燃料總計			3,501

表 3.1.1-3 MAGNASTOR 系統 B8-62A 燃料與待貯存核子燃料各項參數比較

燃料型式	MAGNASTOR-87	本案待貯存之核子燃料	
	B8-62A	GE8x8-2	ANF8x8-2
燃料可裂物質	UO ₂	UO ₂	UO ₂
燃料密度 ¹ (g/cm ³)	10.52	10.32	10.36
最高初始軸向面平均濃縮度 ¹ (wt% ²³⁵ U)	3.8	3.03	3.25
最大裝填鈾重(MTU)	0.1921	0.183	0.176
燃料棒數目	62	62	62
水棒數目	2	2	2
燃料束最大平均燃耗 (MWD/MTU)	60,000	35,000	35,000
最少冷卻時間 (y)	4	20	20
最低初始軸向面平均濃縮度 (濃縮鈾) ² (wt% ²³⁵ U)	1.3	1.83	3.25
護套材質	Zircaloy	Zircaloy	Zircaloy
燃料束外盒 (結構物)	燃料匣	燃料匣	燃料匣
最大燃料匣厚度 (cm)	0.305	0.305	0.305
最大有效燃料長度 (cm)	381.0	381.0	381.0
燃料束底部至燃料匣鎖緊裝置 下端之長度 (cm)	-	424.6	424.6
單個燃料束最大重量 ³ (kg)	319.6	317.3	310
單個燃料束最大衰變熱 (W)	379	168	168
燃料完整性	完整	完整	完整

1. 用於臨界評估

2. 用於屏蔽分析，計算燃料中子射源

3. 包括燃料匣的重量

表 3.1.1-4 本系統主要設計基準及接受準則

項目	設計基準	接受準則
一般性		
設計壽命	50 年	
貯存容量	27 組混凝土護箱	
燃料束數目	2,349 束	
核子燃料		
1.衰變熱	14.6 kW/護箱（168 W/燃料束）	
2.冷卻時間	20 年以上.	
3.燃料初始平均濃縮度	3.25 wt% U ²³⁵ max.	
4.燃料耗損	35,000 MWD/MTU max.	
最大重量(含載重) 結構設計	傳送護箱：96.0 MT(乾) 混凝土護箱：237 MT 密封鋼筒：46.7 MT	
密封鋼筒結構分析用壓力	正常：110 psig 異常：130 psig 意外：250 psig	
負載組合	參考本章一、(二)節	
熱傳設計		
燃料護套最高可接受溫度		正常及傳送：400 °C 異常及意外：570 °C
周圍溫度		正常：32 °C 異常：-40 °C，41.1 °C 意外：56.1 °C
混凝土最高可接受溫度		正常：平均：93.3 °C 局部：149 °C 異常/意外：176.6 °C (局部 /表面)
回充氣體		氦(99.995 %)
輻防與屏蔽設計		
廠界年劑量		<0.05 mSv/y

表 3.1.1-4 本系統主要設計基準及接受準則(續)

項目	設計基準	接受準則
臨界設計		
最大初始平均 U^{235} 濃縮度	$\leq 3.25 \text{ wt}\%$	
臨界控制	中子毒物 $^{10}\text{B} \geq 0.02 \text{ g/cm}^2$	
最高 k_{eff}	$k_{\text{eff}} + 2\sigma < \text{USL}(0.9372)$	< 0.95
密封設計		
最高洩漏率		$2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s} (\text{He})$
天然災害		
颱風	最大風速	129.7 m/s
	瞬間最大風速	161.0 m/s
	最大風速半徑	45.7 m
	風壓	0.21 kg/cm^2
	壓降	0.14 kg/cm^2
颱風投射物	汽車: 1814 kg	56.0 m/s
	投射物: $\phi 203 \text{ mm}$ 127.0 kg	56.0 m/s
	鋼球: $\phi 25.4 \text{ mm}$	56.0 m/s
洪水	15.24 m 水深 4.57 m/s 速度	
地震	0.88g (Horizontal PGA at Concrete pad Top Surface) 0.78g (Vertical, PGA)	
覆冰雪	NA	
爆炸	假設爆炸對混凝土護箱產生之最大壓力 22 psig	
火災	29.3 kW/m^2 輻射熱持續 3.5 分鐘 (50 gal 柴油燃燒)	
意外溫度	$56.1 \text{ }^\circ\text{C}$	
日照	頂部: 800 cal/cm^2 (24 小時平均) 側邊: 400 cal/cm^2 (24 小時平均)	

表 3.1.1-5 密封鋼筒及提籃設計參數

系統主要組件	項目	細項	尺寸 (mm/in)	重量 (MT/lb)	材料	依據法規
密封鋼筒	容量	87 束燃料束				ASME, Section III, NB
	外殼	空重(不含提籃及密封上蓋)		4.3/9500	ASME SA-240, Type 304/304L 不銹鋼	
		總重(裝載後) 註 2.		46.7/103000		
		高度	4870.5 /191.8			
		外徑	1828.8/72.0			
		厚度	12.7/0.5			
		底部厚度	69.9/2.8			
	密封上蓋	外徑	1797.1/70.8		SA240 or SA336, Type 304/304L	
		厚度	228.6/9.0			
		重量		4.8/10500		

表 3.1.1-5 密封鋼筒及提籃設計參數(續)

系統主要組件	項目	細項	尺寸 (mm/in)	重量 (MT/lb)	材料	依據法規
提籃	一般性	組合高度	4559.3/179.5	10.0/ 22000		ASME, Section III, NG and NUREG/CR-6322
		重量				
	上部/下部聯結 插銷組件	直徑	25.4/1.0		ASME SA564, Type 630 (17-4 PH)	
		高度(頂部-底部)	265.2/10.4- 76.2/3.0			
	提籃支撐鉸件	高度	4559.3/179.5		ASME SA537, class 1	
	燃料管	內部尺寸	148.8/5.9 正方		ASME SA537, class 1 Enclosing neutron absorber	
		高度	4217.9/166.1			
	中子吸收板	厚度 2.5/0.1 寬度 134.6/5.3 長度 4186.2/164.8			¹⁰ B 有效面積密度 ≥ 0.02 g/cm ²	

註 1:尺寸取自本系統設計圖上標示之基準尺寸(四捨五入取小數點後一位)

註 2:裝載含提籃、燃料、密封上蓋，不含水。

註 3:重量為基準尺寸之最大計算值 (四捨五入取小數點後一位，100 MT 以上取整數)。

表 3.1.1-6 混凝土護箱設計參數

系統主要組件	項目	細項	尺寸 (mm/in)	重量 (MT/lb)	材料	依據法規	
混凝土護箱	一般性	空重		183/404000		設計建造採 ACI-349/349R ACI-318/318R，材料 可採 CNS 國家標準	
		總重(含 TSC 燃料)		237/521500			
		總高度(含 頂蓋)	5990.0/235.8				
		外徑	4250.0/167.3				
	混凝土壁	內徑(導引 柵內側間)	1866.9/73.5				
		厚度	1015.0/40.0		Reinforced Concrete Type II Portland Cement 抗壓強度 4000 psi、最大骨材 1-1/2 in、平均密度 145 lb/ft³、局部密度≥142 lb/ft³。 Rebar ASTM A615, GR60,或 CNS 560 SD420(高拉力鋼筋 19 含以上) ASTM A615, GR60,或 CNS 560 SD280(普通拉力鋼筋 16 含以下)		
		內殼	內徑 厚度	2020.0/79.5 100/3.9			ASTM A36 碳鋼
		底座鐸件	外徑 總高度	4250.0/167.3 336/13.2			ASTM A36 碳鋼
頂部凸緣	直徑 厚度	2500.0/98.4 25.0/1.0		ASTM A36 碳鋼			
導引柵鐸件	S- BEAM 高度	76/3×190/7.5 3000.0/118.1		ASTM A36 碳鋼			
基板 (pedestal plate)	直徑	1830.0/72.0		ASTM A36 碳鋼			

系統主要組件	項目	細項	尺寸 (mm/in)	重量 (MT/lb)	材料	依據法規
		厚度	50.0/2.0			
	頂蓋	混凝土直 徑 總高度	2000.0/78.7 720.0/28.3	6.8/15000	ASTM A36 碳鋼、混凝土	

註 1:尺寸取自本系統設計圖上標示之基準尺寸(四捨五入取小數點後一位)

註 2:重量為基準尺寸之最大計算值(四捨五入取小數點後一位，100 MT 以上取整數)。

表 3.1.1-7 傳送護箱設計參數

系統主要組件	項目	細項	尺寸 (mm/in)	重量 (MT/lb)	材料	依據法規	
傳送護箱	一般性	全高(含保護環)	5048/198.8	49.0/109000		銲接：AWS D1.1 ASME SEC.IX	
		空重					
	外殼板	全負載(含水)及 YOKE 之總重(max. under hook)	107/235000		ASTM A588 Low Alloy Steel		
	內殼板	內徑	1854.2/73.0		ASTM A588 Low Alloy Steel		
		厚度					19.0/0.7
保護環	外徑	2133.6/84.0		ASTM A588 Low Alloy Steel			
	內徑					1741.2/68.6	
底環	厚	25.4/1.0					
	外徑	2235.2/88.0		ASTM A516 gr.70 Low Alloy Steel			
高	304.8/12.0						
頂環	外徑	2235.2/88.0		ASTM A516 gr.70 Low Alloy Steel			
	高					361.9/14.3	

表 3.1.1-7 傳送護箱設計參數(續)

系統主要組件	項目	細項	尺寸 (mm/in)	重量 (MT/lb)	材料	依據法規
傳送護箱	屏蔽門	厚度	127.0/5.0	1.9/4100	ASTM A350 LF2 Low Alloy Steel	ANSI N14.6 and NUREG-0612
	門軌	長 跨距(外側)	1320.8/52.0 2235.2/88.0		ASTM A350 LF2 Low Alloy Steel	
	加馬屏蔽 鉛磚	厚度	82.3/3.2		ASTM B29, Chemical Copper Grade Lead	
	中子屏蔽 (NS-4-FR)	厚度	57.4/ 2.3		Solid synthetic polymer Density: 1.6316 g/cm ³ Boron Content: 0.6 wt% min	
	吊耳軸	直徑	228.6/9.0		ASTM A350 LF2 Low Alloy Steel	ANSI N14.6 and NUREG-0612
銜接器	底板	厚度	50.0/2.0	4.0/8450	ASTM A36 碳鋼	
	組合外形	長 寬	6742/265.4 2498.0/98.3			

註 1: 尺寸取自本系統設計圖上標示之基準尺寸(四捨五入取小數點後一位)

註 2: 重量為基準尺寸之最大計算值 (四捨五入取小數點後一位, 100 MT 以上取整數)

表 3.1.1-8 密封鋼筒採用 ASME 替代方案一覽表

組件	適用之 ASME 章節／條文	ASME 要求	不適用之說明及替代方案	註解
密封鋼筒與提籃	NCA-1000 NCA-2000 NCA-3000 NCA-4000 NCA-5000 NCA-8000 NB-1110 NG1110	NB 組件依照 ASME 法規要求，須有 ASME 核章(Stamping)。並具有符合法規需求相關之設計規範、設計報告、過壓保護報告(僅密封鋼筒適用)、資料報告與品保需求。	密封鋼筒或提籃不需要 ASME 核章(Stamping)。亦不需要法規設計規範、設計報告、過壓保護報告。密封鋼筒與提籃之設計、採購、製造、檢驗與測試依照符合 10 CFR 72, Subpart G 之品保方案執行。檢驗之執行不需要有授權核能級檢驗代理機構之資格。	
密封鋼筒壓力保持用材料	NB-2000	材料由 ASME 核可廠家提供。	材料由 NAC/CTCIM 核可之合格廠家提供，並附 CMTR。	
密封鋼筒之密封上蓋對外殼銲接	NB-4243	Category C (NB-3352.3 之 flat head to main shell)接合應使用全滲透銲。	密封上蓋對密封鋼筒外殼之銲接並非全滲透銲，其設計與分析依照 ISG-15【23】採應力折損係數 0.8 加以考量。	
密封鋼筒之孔蓋及密封上蓋銲接	NB-5230	應以放射性檢測(RT)	密封鋼筒之孔蓋及密封上蓋銲道最終表面使用液滲檢測(PT)，PT 依 ASME Code Section V, Articles 1、 6 與 24 之規定執行。PT 接受標準符合 NB-5350。	
密封鋼筒之密封上蓋對外殼銲接	NB-5230	應以放射性檢測(RT)	依照 ISG-15 與 ISG-18【29】密封鋼筒之密封上蓋對外殼銲接，施行漸進式液滲檢測(Progressive PT)。將檢查銲道根部、中間層、最終銲層。PT 依 ASME Code Section V, Articles 1、 6 與 24 之規定執行，PT 接受標準符合 NB-5350。	

組件	適用之 ASME 章節／條文	ASME 要求	不適用之說明及替代方案	註解
密封鋼筒之密封環對外殼/密封環對密封上蓋銲接	NB-5230	應以放射性檢測(RT)	密封鋼筒之孔蓋及密封上蓋銲道最終表面使用液滲檢測(PT)，PT 依 ASME Code Section V, Articles 1、 6 與 24 之規定執行。PT 接受標準符合 NB-5350。	
密封鋼筒之密封上蓋	NB-6111	所有壓力保持系統應執行壓力測試。	密封鋼筒於各階段封銲後將執行下列測試：(1) 密封上蓋銲接時，各銲接層進行 PT 檢測；(2) 封蓋銲接後，進行氣壓測漏；(3) 孔蓋銲接後，進行 PT 檢測；(4) 密封上蓋銲接時各銲接層進行 PT 檢測。	
密封鋼筒	NB-7000	壓力容器應有過壓保護	無過壓保護。按密封鋼筒之功能係將放射性物質於正常、異常，意外狀況下完整留存於其內，依設計準則，在所有燃料棒護套破損及最高的意外溫度下，密封鋼筒仍可承受其所產生之最高壓力。	
密封鋼筒	NB-8000	依 NCA-8000 而要求之標誌牌，Code Stamping 及相關報告。	密封鋼筒之殼體依 10 CFR 72 要求有標示其內容物，組件不需 Stamp 與 ASME 相關報告。	
密封鋼筒之提籃結構材料	NG-2000	爐心(CORE)支撐結構材料須由 ASME 核可之廠家提供。	密封鋼筒之燃料提籃材料由 NAC/CTCIM 核可之合格廠家提供，並附 CMTR。	
密封鋼筒之提籃結構組件	NB-8000	依 NCA-8000 而要求之標誌牌，Code Stamping 及相關報告。	密封鋼筒之提籃結構組件依 NAC 的品保方案，保持標誌(Marking)與註明(Identification) 組件之可追溯性，不需 stamp 與 ASME 相關報告。	

表 3.1.1-9 NAC 公司 MAGNASTOR 系統執照文件清單

項次	文件名稱	NRC 證書證號	修訂/版次 (Amendment/Revision)	日期	NAC 文件編碼	備註
1	MAGNASTOR FSAR,	L24115	0	2009.3.24	72-1031	
2	MAGNASTOR NRC Certificate of Compliance SER	L24115	0	2009.2.4	72-1031	
3.	MAGNASTOR NRC Certificate of Compliance SER,	L24115	1	2010.8.30	72-1031	
4	MAGNASTOR NRC Certificate of Compliance,	L24115	0	2009.2.4	72-1031	
<u>5</u>	MAGNASTOR NRC Certificate of Compliance	L24115	1	2010.8.30	72-1031	

(二) 構造安全設計

1. 建築設計

本設施無任何建築物。

2. 土木設計

本設施之土木部分應包括基樁、基座、周圍道路、圍籬、雙重門等。周圍道路將設計符合 AASHTO HS-20 標準。混凝土基座與場址設施設計基準如下：

(1) 概述

貯存場混凝土基座為一樁基礎基座，用於放置裝載用過核子燃料之混凝土護箱進行乾式貯存，其主要功能包括：

- 提供混凝土護箱足夠之放置空間與承載能力
- 其上面提供乾式貯存必要之公用設施與門禁措施
- 其上面提供運貯作業所需設備之安裝與活動空間

(2) 貯存場混凝土基座與場址設施

其需求規劃如下：

A. 設計及運轉參數

相關設計參數請參考表 3.1.2-1 貯存場混凝土基座設計參數，詳細說明如下：

(A) 貯存場面積可容納 27 組混凝土護箱。

(B) 混凝土基座能承載上述全部混凝土護箱及運送機具之總重量。每組混凝土護箱總重量約 237 MT。混凝土基座設計載重，包括 27 組混凝土護箱總重約 6399 MT。基座規劃總面積約為 $1,002.75 \text{ m}^2$ ($70.25 \text{ m} \times 13.5 \text{ m} + 7.25 \text{ m} \times 7.5 \text{ m}$)，厚 1.0 m，體積約 1002.75 m^3 ，

重約 2,407 MT，操作車輛及設備約 234 MT，總計 9040 MT，由基樁(共 27 支)支承,每根基樁平均載重約 335 MT/支。

- (C) 貯存場周圍要有雙層的圍籬及必要的獨立門禁措施。
- (D) 貯存場面積（外圍籬以內）：3369.4 m² (99.1 m×34.0 m)。
- (E) 貯存場混凝土基座於貯存期間，無論在正常、異常及假想意外事故時，皆能提供承載如上(B)項之總重量的能力。
- (F) 貯存場區道路寬度要有供混凝土護箱運送機具進出及迴轉之考量。
- (I) 貯存場區要有供混凝土護箱運送機具暫留及簡易維修區域之規劃。
- (J) 混凝土基座周圍要有排水(雨水)之考量。
- (K) 貯存場要有照明、監視預警及消防系統，環境輻射監測及安全警戒之設置，並應將各種信號連線至適當地點。
- (L) 混凝土基座之設計壽命為 50 年。
- (M) 貯存場區內，直徑 ϕ 1.8 m 混凝土樁及 1.0 m 厚之混凝土基座，完成面高程為 12.3 m。

B. 依循之法規與標準

- (A) 中華民國建築法規。
- (B) 中華民國建築技術規則(100 年版)。
- (C) ACI 318 "Building Code Requirements for Reinforced Concrete.", 2005。
- (D) ACI 349 and ACI 349R, "Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures." 2001.

(3) 佈置

貯存場混凝土基座之佈置位於核二廠北方，圍牆側，其佈置參見第一章圖 1.2-8 之貯存場一般佈置圖。

3. 結構設計

貯存設施結構在各種負載的不同組合與天然災害的情況下，均能滿足設計準則，詳細分析見本報告第六章第二及六節。以下簡述貯存設施的耐震設計、防洪設計、抗颱風設計、服役狀況分類、設計負載與負載組合。

(1) 耐震設計

用過核子燃料乾式貯存設施必須能承受設計壽限內之地震衝擊，核二廠地震設計基準的自由地表最大水平加速度為 0.4 g，符合 10 CFR 72.103 中所述地表面水平加速度至少為 0.25 g 之規定；垂直加速度依照 ASCE 4 之規定，為 2/3 倍之水平加速度。因為乾式貯存場為一獨立結構物，在考量土壤-結構互制作用後，應評估貯存護箱及外加屏蔽是否因地震造成滑動或傾倒。為保守計，另要求護箱設計地震加速度不得低於 0.78g。

因土壤結構互制(SSI)效應，在地震分析中以 0.88g 的水平加速度與 0.78g 的垂直加速度作為混凝土護箱基座的地震加速度，評估混凝土護箱是否傾倒。地震對於貯存設施的分析描述於本報告第六章六、(三)節中。

傳送護箱在護箱裝載池內裝載區之防震評估與分析，將於試運轉許可申請前提出。

(2) 防洪設計

核二廠乾貯基地位置附近，僅有 2 條長度不超過 2.5 公里的小溪，不致造成場址洪水，另考量漲潮、海浪、海嘯等效應，核二廠乾貯基地高程為 12.3 m，參考本報告第二章第三節海嘯有關說明，也應不致造成本設施

淹水之情形。但基於設計保守度之考量，本系統仍沿用 MAGNASTOR-87 系統之假設，進行假想性洪水侵襲之安全評估，其內容詳如下述。

A. 洪水評估

於本報告第六章六、(三)節中對於本設施遭受以 4.57 m/s (15 ft/s) 的水流速度與 15.24 m (50 ft) 深之洪水侵襲時的狀況，進行評估。結果顯示在此狀況下，本設施不會因洪水而漂浮，也不會被洪水沖倒或在混凝土基座上滑動。整體貯存設施包含密封鋼筒與混凝土護箱，不會因洪水而傾倒或滑動；當遭受達 15.24 m 深度之洪水水壓時，也不會對密封鋼筒造成明顯的影響。

B. 設計負載的計算

貯存場址是否會發生洪水事件，取決於場址位置、周圍環境情況、自然或人為等因素。貯存場址中的洪水可能來源有：(1)異常大雨造成河水溢流；(2)地震造成輸水管破損或河流潰堤；(3)颱風造成海水倒灌；(4)地震或火山爆發引起海嘯。對貯存場址而言，因場址事先已經過嚴謹的環境評估(請參考本報告第二章三節水文)，就過去之環境調查資料，上述各因素造成洪水發生可能性是微乎其微的，而即使發生也不致造成嚴重影響。

對於本設施防洪的評估，其主要目的是決定本設施於假想的最大洪水水流量與最大的洪水深度時，不會滑動或傾倒，並且密封鋼筒的材料不會出現降伏現象。在上述 A 節洪水評估中，整體貯存設施包含密封鋼筒與混凝土護箱皆不會因洪水而傾倒或滑動，此評估詳述於本報告第六章六節。

C. 洪水的防範

混凝土護箱本體結構已有足夠的安全餘裕來防止混凝土護箱因假想洪水的衝擊而變形，所以對於混凝土護箱而言，沒有特定防洪措施的必要。

(3) 抗颱風設計

依據中央氣象局 90—99 年之台北、基隆、淡水風速資料顯示，上述三地過去曾發生之最大風速為 16 m/s，瞬間最大風速則為 30.6 m/s。上述值遠低於核二廠 FSAR 之設計要求值：設計風速為 54 m/s 及颱風風速則為 70 m/s。另 MAGNASTOR-87 系統所採用之瞬間最大風速則為 161 m/s。基於設計保守度之考量，本設施沿用 MAGNASTOR-87 系統之設計值，進行相關評估，故評估結果可保守涵蓋核二廠之設計要求與實際狀況。

A. 設計基準

有關颱風風力負載設計係參考 RG 1.76【11】，Region 1 與 NUREG-0800【12】，Section 3.5.1.4 之定義，沿用 MAGNASTOR-87 系統之設計基準，詳如表 3.1.1-3。

B. 結構受力的決定

颱風對於混凝土護箱的作用力，取決於風面壓力與混凝土護箱迎風面積的乘積。風力與颱風投射物對混凝土護箱所形成的負載分析，詳載於本報告第六章六節中，該節中所考慮的颱風投射物撞擊之設計基準，定義於 NUREG-0800, Section 3.5.1.4, Paragraph 4, Subsection III 中，共有以下三項分析：

- (a) 大質量：1816.0 kg，56.4 m/s，撞擊面積 1.86 m^2 。
- (b) 直徑 8 in 剛性體：126.8 kg，56.4 m/s。
- (c) 1 in 實心球：0.068 kg，56.4 m/s。

評估結果顯示，以上各項颱風投射物所可能造成的最大傷害，為使混凝土護箱表面有不同程度的損壞，但不致危及內層混凝土甚或密封鋼筒，詳細分析見本報告第六章六節。

(4) 服役狀況分類

以服役狀況(Service Levels)來分類，依 ASME Code NCA-2142.4 之定義，核能組件分為 A、B、C、D 四種等級設計，服役狀況 A 對應於

正常狀態，服役狀況 B 及 C 對應於異常狀態，服役狀況 D 對應於意外情況。應力強度(Stress intensities)係由壓力、溫度、機械負載組合而成，並將其值與 ASME 規範之容許值作一比較。此法規容許值如表 3.1.2-2。又在密封鋼筒內外各組件，因其負載及密封等條件之不同，須適用不同之法規條件，可參考 ASME Code Sec. III, Div. 1, Sub. NB、NG 等規範。

(5) 設計重量

各組件之設計重量如表 3.1.1-4 至表 3.1.1-7 所示。

(6) 負載組合

A. 密封鋼筒及提籃之負載組合

密封鋼筒設計依據 ASME Code, Section III, Subsection NB【1】。提籃設計依據 ASME Code, Section III, Subsection NG【2】。提籃結構挫屈(buckling)計算依據 NUREG/CR-6322【3】。對正常、異常及意外情況下之負載組合，如表 3.1.2-3 所示。服役狀況(service level limits) A 對應於正常狀態，服役狀況 B 及 C 對應於異常狀態，服役狀況 D 對應於意外情況。

B. 混凝土護箱之負載組合

負載組合定義於 ANSI/ANS 57.9，各項組合如表 3.1.2-4 所示，鋼內襯作為模板及屏蔽使用。混凝土護箱設計符合 ACI 349【4】的要求，以混凝土公稱強度(nominal strength)乘以 ACI 349 section 9.3 之因子，作為混凝土護箱本體的設計強度。

C. 傳送護箱之設計強度

傳送護箱是一特殊的吊重設備，其吊耳軸(lifting trunnions)及支撐之設計與製造，必須符合 ANSI N14.6【6】及 NUREG-0612【15】，且結構須符合 ANSI/ANS 57.9 之規定，此標準為：

傳送護箱之負載埋置組件使用鐵金屬(ferrous metal)時，須滿足 ANSI N14.6,第 4.2.6 節中韌性(toughness)之需求。

負載組合為 $D+H$ ， D 為靜重， H 為操作負載(handling load)，假設 $H=0.10D$ ，故視靜重(apparent dead load) $D^*=1.1D$ 。

吊耳的分析，依據 NUREG-0612, RG 3.61 及 ASME Code，可分為三區討論：(a)吊耳軸，(b)吊耳軸與組件界面，視為 Region A，(c)其餘組件，視為 Region B。

4. 防洪及排水之設計

(1) 現有河川集水區雨量評估

A. 廠址附近河流

距離場址西北方約 4 公里遠有員潭溪，另有 2 條長度不足 2.5 公里的之無名小溪，流經核二廠區附近。核二廠址附近之河流，詳見本報告第二章三節之說明。本報告河流分佈如第二章圖 2.3.1-1 所示。

B. 日常降雨量

核二廠區降雨量參考基隆地區近十年年平均降水量約為 3516.4 公厘，年平均降水日數達 183 日，多為綿密細雨型態。近十年來一日最大降水量為 269.5 公厘。台北地區與淡水地區之相關降水量參見本報告第二章四節之內容。

C. 河川流量

員潭溪依據水利局北基水利會流量記錄，年平均流量為 0.3 CMS (m^3/s)，日平均流量為 0.18 CMS；2 條流經核二廠區附近之無名小溪，其流量分別為 0.01 及 0.039 CMS。相關詳述與數據參見本報告第二章三節之內容。

(2) 地下水

A. 場址地層特性

場址區域之岩盤面上覆蓋層多為粉土質粗砂或砂 (SM) 或礫質砂 (SP) 為主所組成，局部夾有砂質礫石或沈泥質砂質礫 (GP-GM)、黏土質砂土 (SC) 等。詳見本報告第二章第二節。

B. 地層透水性

場址覆土層之水平水力傳導係數約為 3.37×10^{-6} m/sec，岩層之水平水力傳導係數約為 2.67×10^{-6} m/sec，顯示區內土層之透水性偏高。

C. 地下水位

場址平地部分之地下水位約在地表下 7.5~11.5 公尺，東北側水位較高，西南側水位較低，地下水之最大流速約為 0.03 (m/day)，地下水流向則由場址南側往北北東方向流出邊界。

(3) 場址改建後防洪及排水設計

A. 排水設計

貯存場（外圍籬以內）長約 99.1 m，寬約 34.0 m，沿貯存場內圍籬設有排水溝匯入核二廠排水系統。詳見本章附圖 3.2.1-1，排水溝兩側地面有適當坡度利於排水。

B. 防洪設計

依據核二廠建廠時期資料所推算出最大可能洪流量(PMF)及最大可能海嘯(PMT)，均不可能危及電廠安全。貯存場位於廠區內東北側，距離場址西北方之員潭溪出海口約有 4 公里遠，若其洪流量溢出溪岸，不致淹及貯存場，故可不必考慮洪水侵襲。相關數據詳見本報告第二章二~三節之內容。

5. 消防系統設計

本貯存設施位於核二廠東北側，鄰近有大型柴油貯槽（距乾式貯存設施約 25 m），受到核二廠嚴密之監控及行政管理，故火災發生之可能性極低。貯存場設施為不可燃之混凝土護箱，設施內因無可燃物及易爆裂物之陳設，又本設施所採用材料，皆為不可燃材料，依消防法第六條本設施非為所列管之場所，依法免設消防設備。

貯存場將設置可攜式滅火器。至於鄰近貯存場設施之可能引火源，例如油槽等，則以核二廠目前之防火設計及消防設備來防範。另貯存場各設施於完成後將納入核二廠消防工作之系統操作規範中。（請參閱核二廠程序書 100、300、500、700 系列）。未來若核二廠除役時，應依據相關法規建置本設施之消防系統。

6. 設施結構物耐熱性、耐久性、抗腐蝕性及抗磨損性等之設計

(1) 密封鋼筒(內含提籃)

提籃主要材料為低合金碳鋼，表面經無電鍍鎳處理，在氬氣環境中，其耐久性及抗腐蝕性均良好。

密封鋼筒外殼材料採用不銹鋼 304/304L。不銹鋼 304/304L 具有極佳的耐熱性、耐久性及抗腐蝕性，使用在核能組件非常普遍。在正常運轉條件下，密封鋼筒表面最高溫度約 164 °C(詳見本報告第六章三節)，不銹鋼 304/304L 不致有耐熱問題。針對不銹鋼 304/304L 銲道熱影響區之耐久性與抗腐蝕性，在混凝土護箱進氣口設有密封鋼筒外殼材料的環境測試試片(Test Coupon)，可作長期之監測。密封鋼筒與提籃為靜態貯放的設施，沒有磨損之問題。有關材料耐腐蝕劣化監測請見參考文獻【27】，環境測試試片目前規劃置於進氣口內。(詳細之安置將於試運轉許可申請前提出說明)

(2) 混凝土護箱

混凝土護箱主要材料為鋼筋混凝土，少部分為金屬結構如碳鋼內襯與金屬鑲邊(角)；混凝土護箱局部最高溫度於正常狀態下小於 92 °C，於

異常或事故狀態下則小於 122 °C，均符合法規容許值。混凝土表面塗有防水塗料(sealant)，為聚尿脂樹脂漆(CNS 標準)，具極佳耐候性、保色性、抗化性、耐水及耐刷性、高膜厚與極強的附著力，本身為高固成分能直接填補細微裂縫，可避免氯離子及硫酸根離子進入腐蝕鋼筋。金屬防銹塗料須為金屬用耐候漆（參考規格為 PPG 97-695/97-697P (GREEN) 與 UC59571 No. 1448 (GREY)系列或同級或更高級品），油漆施工依照 SSPC 油漆施工程序。另依據參考文獻 2 結果推估顯示，內襯鋼板於 50 年設計壽命期間曝露於較自然環境惡劣之含氯化鈉水氣環境中，其最大可能腐蝕深度約為原厚度之 1~2 %，最大孔蝕深度約為 4~5 % 左右。由上述保守推估可知，碳鋼材料於 50 年設計壽命期間應無腐蝕劣化而影響其完整性之問題。混凝土護箱均為靜態貯放的設施，沒有磨損問題。

(3) 傳送護箱

傳送護箱為用過核子燃料裝載，以及密封鋼筒與混凝土護箱間之傳送作業用容器，不作為長期貯存用。其主要材料為碳鋼，表面有與燃料池水相容的塗裝（該塗料為核能級與池水相容的環氧樹脂漆，參考規格為 Carboline 890 或該塗料的同級或更高級品）；另其滑動屏蔽門有潤滑劑為不影響核燃料水池水質的潤滑油，為核能級製品。傳送護箱內有中子與加馬屏蔽，材料為非金屬與鉛，雖不耐高溫，在短暫的裝載與傳送期間不會有劣化等問題產生。而傳送護箱依使用維修保養計畫加以檢查、保養及測試，以維持其傳送作業之功能。

(4) 貯存場混凝土基座與場址設施

貯存場混凝土基座主要材料為鋼筋混凝土，座落其上除混凝土護箱外，尚有圍籬、照明燈具、門禁措施(電動門)等。這些設施大部分為金屬，於露天情況，具有良好耐熱性。另設施組件均可更換，將依使用維修計畫加以檢查、維修或更換。金屬表面有耐候型油漆，可抵抗腐蝕；另除了電動門轉動機件外，沒有磨損的問題。各附屬設備亦可視其狀況，適時進行維修。

7. 其他有關設施本體結構安全之設計

無。

表 3.1.2-1 貯存場混凝土基座設計參數

系統主要組件	項目	細項	數量 單位	材料	依據法規
貯存場基座	貯存量	護箱數	27 組	RC	—
	尺寸	長	77.5 m	—	—
		寬	13.5 m	—	—
	型式	混凝土樁＋ 混凝土基座	樁徑 1.8 m 板厚 1.0 m	RC	ACI-318 及我 國建技規則
	沉陷	總壓密沉陷	上限 5 cm	—	—
	結構混 凝土	水泥型號	—	Type II	ACI-318 、 ACI-349 、 ASTM、CNS 及我國建技 規則
		抗壓強度	280 kg/cm ²	—	
		摻料	—	添加抗裂纖維及卜 作嵐材料 (Pozzolanic Admixture)	
	打底混 凝土	水泥型號	—	Type I	我國建技規則
		抗壓強度	140 kg/cm ²	—	
	鋼筋	抗拉強度	2,800 kg/cm ²	ASTM A615, GR60,或 CNS 560 SD280(普通拉力 鋼筋 16 含以下)	ACI-349 及我 國建技規則
		抗拉強度	4,200 kg/cm ²	ASTM A615, GR60,或 CNS 560 SD420(高拉力鋼 筋 19 含以上)	
	承載力 註 1	護箱總重	約 6399 MT	—	—
		操作車輛及 設備重	約 234 MT	—	—
	完成面 高程		12.3 m	—	核二廠水保 計畫書
	地震力	自由地表水 平加速度	0.4g (DBE)	—	核二廠地震 反應譜
		筏基表面水 平加速度	0.88g	—	—
		筏基表面垂 直加速度	0.78 g	—	—

註：1. 護箱總重＝27×237 MT

2. 貯存場基座最大載重＝操作車輛及設備重＋VCC＋TFR＋TSC(含燃料)＋
impact limiter 等估算重量。

表 3.1.2-2 密封鋼筒各組件之結構設計分類及其應力接受準則

	組件	接受準則
1	正常狀態 服役狀況 A 密封鋼筒: ASME Section III, Subsection NB[1] 燃料提籃: ASME Section III, Subsection NG[2]	$P_m \leq S_m$ $P_L + P_b \leq 1.5 S_m$ $P_L + P_b + Q \leq 3 S_m$ $P_s < 0.6 S_m$
2	異常狀態 服役狀況 B 密封鋼筒: ASME Section III, Subsection NB	$P_m \leq 1.1 S_m$ $P_L + P_b < 1.65 S_m$ 及 $P_s < 0.6 S_m$
3	異常狀態 服役狀況 C 密封鋼筒: ASME Section III, Subsection NB 燃料提籃: ASME Section III, Subsection NG	Subsection NB 準則: $P_m < 1.2 S_m$ 或 S_y (取大值) $P_L + P_b < 1.8 S_m$ 或 $1.5 S_y$ (取小值) $P_s < 0.6 S_m$ Subsection NG 準則: $P_m < 1.5 S_m$ $P_L + P_b < 2.25 S_m$ $P_s < 0.6 S_m$
4	意外事故 服役狀況 D 密封鋼筒: ASME Section III, Subsection NB 燃料提籃: ASME Section III, App. F ASME Section III, Subsection NG	$P_m \leq 2.4 S_m$ 或 $0.7 S_u$ (取大值) $P_L + P_b \leq 3.6 S_m$ 或 $1.0 S_u$ (取小值) $P_s < 0.42 S_u$ Plastic Analysis (Basket) : $P_m \leq 0.7 S_u$ $P_{int} \leq 0.9 S_u$ $P_s < 0.42 S_u$
5	燃料提籃挫曲	NUREG/CR-6322 [3]
符號: S_m = 材料設計應力強度 S_u = 材料極限強度 S_y = 材料降伏強度 P_L = 主要局部薄膜應力		P_m = 主要薄膜應力 P_b = 主要彎曲應力 P_{int} = 主要應力強度 P_s = 純剪負載下之平均主要斷面剪力

表 3.1.2-3 密封鋼筒之設計負載組合

負載		正常			異常			意外							
ASME 服役狀況		A			B		C			D					
負載組合		1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
自重	密封鋼筒含燃料	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
溫差	在混凝土護箱														
	32 °C 環境	X		X				X		X	X	X	X	X	
	在傳送護箱														
	32 °C 環境		X		X		X								X
內壓	在混凝土護箱-40 °C														
	或41.1 °C環境					X			X						
	正常	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		
	異常				X	X									
操作負載	意外(火災)													X	X
	正常(1.1g)		X	X	X										
	異常						X	X	X						
地震	60g 垂直負載									X					
	混凝土護箱傾倒										X				
水災	15.24 m水深，水流速 4.57 m/s											X			
颱風	3 psi壓力降												X		

1.負載組合參考依據為 NUREG-1536 與 NUREG-0800。

2.密封鋼筒的正常/異常與意外狀況的負載組合分別描述於六.二.(六).2，六.二.(六).3
與六.二.(六).4 節中。

表 3.1.2-4 混凝土護箱之設計載重

負載組合	狀況	靜負載	活負載	風	溫差	地震	颱風投射	水災
1	正常	1.4D	1.7L					
2	正常	1.05D	1.275L		1.275T _o			
3	正常	1.05D	1.275L	1.275W	1.275T _o			
4	異常與意外	D	L		T _a			
5	意外	D	L		T _o	E _{ss}		
6	意外	D	L		T _o			F
7	意外	D	L		T _o		W _t	

- 1.負載組合參考依據為 ANSI/ANS-57.9 及 ACI 349。
- 2.在正常、異常與意外狀況下所承受的負載組合，並評估其應力安全因子，詳細評估計算請參考六.二節結構評估。

D = Dead Load

L = Live Load

W = Wind W_t

T_o = Normal Temperature

F = Flood

T_a = Off- Normal/Accident Temperature

E_{ss} = Design Basis Earthquake

W_t = Typhoon/Typhoon Missile

(三) 輔助系統及設備之設計

本系統之輔助設備用於密封鋼筒之燃料裝載、密封，以及燃料廠房內外傳送作業；主要包括有傳送護箱吊軌、自動銲接機、現場銲接用臨時屏蔽板、密封鋼筒排水與吹卸系統、氫氣偵測系統、真空乾燥系統(vacuum drying system, VDS)、氫氣測漏系統(leakage test system ,LTS)、密封鋼筒翻轉架與吊索、密封鋼筒吊索與操作工具、壓力測試系統、輔助油壓系統、傳送護箱環狀間隙填充系統、傳送護箱運送車、防震設備，以及雜項吊索與吊具附件等，由於輔助系統設備均用於運轉操作，其設計擬於試運轉申請許可前提出。以下將分別說明。

1. 傳送護箱吊軌

傳送護箱吊軌為銜接起重機(燃料廠房吊車或貯存場門型吊車)吊鉤與傳送護箱吊耳軸的吊具，其設計應符合 ANSI N14.6 及 NUREG-0612 法規要求，屬於品質分級(安全等級)B 級。使用前，先經組件裝配、功能測試、檢查與 3 倍負載的耐荷重測試(proof load test)，並須有維護保養、每年檢查和檢查計畫之要求。燃料廠房護箱吊車已改善成耐單一功能失靈吊車(single-failure-proof crane)，而貯存場門型吊車遠在燃料廠房之外，本設備不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

2. 密封鋼筒吊掛系統

本系統使用一組門型吊車(gantry crane)及其下方懸吊之鍊條捲揚機(chain hoist)與銜接器(TSC 吊掛用 adapter)所構成之吊具，傳送密封鋼筒進出混凝土護箱，屬於品質分級(安全等級)B 級。門型吊車之設計應符合 NUREG-0554、NUREG-0612 及 ASME NOG-1 之可適用部分，而鍊條捲揚機之設計應符合 ASME NUM-1, Type 1B 與 ASME B30.16 的要求。本系統使用場地在貯存場(ISFSI PAD)上，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

本案所用的門型吊車安裝於貯存場，係用以將裝載密封鋼筒的傳送護箱由多軸板車上吊起，並放置在已安裝於混凝土護箱頂端的銜接器上，將密封鋼筒由傳送護箱中放置於混凝土護箱中。

此門型吊車主要由油壓裝置、伸縮柱、桁架及吊掛用台車樑所組成，其設計符合 ASME B30.1 與 SAE J1078 中的相關要求，以及 NUREG-0554、NUREG-0612 及 ASME NOG-1 可適用之部分相關規定。該門型吊車係用 4 組油壓裝置升降的伸縮柱，於密封鋼筒傳送進出混凝土護箱時，此門型吊車不會與傳送護箱吊耳軸脫鉤，並同時藉由安置於混凝土護箱頂部的銜接器（TFR 對心用 adapter），來確保在發生地震的情況下，門型吊車及傳送護箱仍能保持其穩定性。

每組油壓裝置係由 2 支油壓缸所組成，而每支油壓缸間利用分配閥來調節、同步。如當油壓缸無法提供所需的輸出時，自動啟動凸輪自動閉鎖安全裝置，以確保該門型吊車升降部份及其所吊掛的物件不會墜落或明顯下降，此自動閉鎖裝置符合 NUREG-0554, 4.9 小節的要求。當地震發生時，有煞車系統，將此門型吊車軌道上的輪子煞停(鎖住)，以及設置有地震限制器(seismic restraint)以避免地震發生時發生吊車出軌情況，以確保操作的安全性。

在吊掛用台車樑與密封鋼筒間，使用氣動鍊條捲揚機，該氣動鍊條捲揚機，符合 ASME B30.16 與 ASME NUM-1, Type 1B 相關規定。

3. 遙控或自動銲接機

用於執行密封鋼筒在裝載燃料完成後之密封上蓋與密封環之密封銲接作業，本設備為商業產品。本設備屬於品質分級為 NQ 級，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

4. 現場銲接用屏蔽板

屏蔽板為上述自動銲接機定位的基座並兼有輔助屏蔽功能，可減少密封鋼筒現場銲接時的人員輻射劑量。其外徑小於密封環內徑，避開密封環/密封上蓋與/密封鋼筒外殼銲道與排水孔/排氣孔（或孔蓋）。本設備屬於品質分級 NQ 級，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

5. 密封鋼筒排水與吹洩系統

密封鋼筒排水與吹洩系統提供密封鋼筒在裝載燃料完成後，密封上蓋銲接前的排水功能，主要設備包括抽水機、抽水管路與流量計及排水量筒等，本系統除了可以在密封上蓋銲接前將密封鋼筒內的水位排水至密封上蓋之下緣(排水約 260 L)，亦做為密封鋼筒真空乾燥前的全面排水作業。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

6. 氬氣偵測系統

氬氣偵測系統用於偵測密封鋼筒在密封上蓋銲接前，筒內之組件或用過核子燃料在水中可能產生的氬氣，以避免產生氬爆而導致人員危險或設備損壞。銲接作業需在氬氣濃度於 2.4 % 以下才能進行。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作用工業儀器，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

7. 真空乾燥系統

真空乾燥系統用於密封鋼筒之密封上蓋銲接完成後，維持密封鋼筒內真空乾燥，隨後灌入氬氣以保持用過核子燃料處於惰性氣體環境中，氬氣回填作業與其回填量，如本報告第五章一節所述。本系統由真空泵、軟管、控制閥等與密封鋼筒銜接組成，並有真空壓力錶指示所有壓力範圍等。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作管路，壓力不高，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

8. 氬氣測漏系統

氬氣測漏系統用來檢測並確認密封鋼筒之密封上蓋上的排水孔/排氣孔內層孔蓋的銲接處為密封狀態本系統設備包括氬氣測漏機組、測漏探測器及必要系統管路與控制閥組。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作管路，壓力不高，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

9. 密封鋼筒翻轉架與吊索（視需要）

密封鋼筒翻轉架與吊索用來翻轉空的密封鋼筒，由水平轉成垂直（或垂直轉成水平）置放的座架，吊索則為銜接起重機吊鉤與翻轉架間的吊具。密封鋼筒翻轉架須經 1.25 倍負載的耐荷重測試（空密封鋼筒與提籃總重），測試完成後，執行目視銲道檢查。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作工業標準吊具，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

10. 壓力測試系統

壓力測試系統用於密封鋼筒密封上蓋封銲之後（孔蓋封銲前），系統管件銜接密封鋼筒排水孔與排氣孔以執行水壓測試（測試標準為 130 psig，維持至少 10 分鐘，無目視可見的洩漏），確認密封鋼筒之密封上蓋銲接之密封性。本系統由管路、控制閥、水壓源（動力可為電力或高壓氣）、壓力錶及卸壓閥等組成。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作管路，壓力不高，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

11. 輔助油壓系統（傳送護箱屏蔽門動力）

本系統為傳送護箱底部屏蔽門的開關驅動系統，系統設備組件架設在銜接器(adapter)上，用以驅動屏蔽門，為密封鋼筒由傳送護箱底部進出混凝土護箱內的開關機制。傳送護箱的軌道與銜接器組裝定位後實施功能測試。輔助油壓系統由油壓動力組、油壓缸、控制閥及油壓軟管等組成。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作工業標準動力單元，本系統使用場地在貯存場上，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

12. 傳送護箱環狀間隙填充/循環水冷系統

本系統提供傳送護箱與密封鋼筒間環狀間隙填充乾淨的除礦水或經過濾池水之管路系統，以避免密封鋼筒表面與傳送護箱內壁之可能污染；循環水冷系統具有冷卻密封鋼筒之功能。配合傳送護箱進出水池，本系統同時實施注水與排水，排水將直接排入護箱裝載池或循環冷卻再使用。傳送護箱環狀間隙填充水系統由水管(軟)、控制閥、流量計、壓力錶與循環泵

等組成。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作用管路設施，壓力不高，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

13. 傳送護箱運送車/dolly

傳送護箱運送車為傳送護箱(內含密封鋼筒)從燃料廠房到貯存場之傳送機具。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，使用於燃料廠房外既有道路上，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。運送車之規格及其安全相關說明，將於試運轉計畫書中說明。

14. 傳送護箱防倒系統(傳送護箱運送車/dolly 上)

本系統組裝在傳送護箱運送車/dolly 上，用以聯結傳送護箱與護箱運送車成一體；功能為傳送護箱運送時。防止傳送護箱傾倒。本系統由一組傳送護箱底部固定裝置、數組鋼索與繫緊組件組成。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為操作用工業標準搬運繫綁單元，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

15. 防撞緩衝器

防撞緩衝器(impact limiter)安裝位於傳送護箱上端外緣上，為一環形結構，內部充滿吸震材料。用於傳送護箱運送作業時，萬一傳送護箱發生意外碰撞或傾倒，可以吸收撞擊能量，防止傳送護箱內之密封鋼筒破損。本系統設備屬於品質分級 A 級，為靜態結構，重量不大(約 1.8 公噸)，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

16. 防震設備

防震設備位於燃料廠房之護箱裝載池(cask loading pool)裝載區，於裝載作業時，萬一發生地震，傳送護箱腰部有撐住牆面的結構，用以圍住傳送護箱，可以防止豎立的傳送護箱傾倒。本系統設備屬於品質分級 NQ 級，為靜態結構，重量不大，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

17. 雜項吊索與吊具附件

例如製造組合與搬運過程各主要之吊索、吊具及工作平台等。上述設備都屬於品質分級 NQ 級，為臨時操作用具，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

18. 燃料廠房吊車

燃料廠房吊車的設計載重為 150 短噸(約 135 公噸)且為耐單一失靈吊車。

(四) 公用系統及設備之設計

以下將針對運貯作業及貯存場例行運轉期間，各項公用系統或設備之初步規劃分項說明。細節部份將於試運轉許可申請前提出。

1. 通訊

燃料裝載操作期間，燃料廠房內之通訊將利用核二廠內既有通訊設施，並依照核二廠通訊作業規定使用。貯存場例行運轉期間，保警於巡視時，以適當之通訊工具與保安監控中心值班人員聯繫。

2. 電力

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，電力將利用核二廠內既有電力供應設備，並依照核二廠廠內公用電力使用規定辦理。貯存場貯存例行運轉期間，將利用核二廠現有電力系統，供應貯存場之照明、電動門、出氣口溫度偵測及環境監測系統、監視系統，以及各監控中心儀器與控制設施。電力利用核二廠內既有設施，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

3. 供水

在貯存場進行混凝土基座建造，或於貯存場進行混凝土護箱澆置時，需要使用一般自來水，將依核二廠使用規定辦理。而燃料廠房內於燃料束裝載作業期間，須連續供應除礦水以注入於密封鋼筒外壁與傳送護箱內壁之環狀間隙，循環水供應量需滿足熱傳分析結果之要求。另於每筒次傳送護箱吊運進出水池面時，表面須以除礦水噴灑以降低表面污染，除礦水將由核二廠既有供應設施供應，並依核二廠規定辦理。貯存場貯存例行運轉期間，除了消防用水，無其他供水需求。供水利用核二廠內既有設施，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

4. 供氣

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，公用壓縮空氣將使用核二廠既有供氣設施，使用時將依核二廠規定辦理；若有超過廠內供氣且不

符使用時，將另備壓縮空氣設備。貯存場於貯存例行運轉期間，則無供氣之需求。供氣利用核二廠內既有設施，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

5. 照明

燃料廠房內及燃料池內已有照明設備，若有特殊需要，將另備燈具，燈具使用將依核二廠規定辦理。貯存場圍籬內設有照明設備，其照度並符合 CNS 標準。並依照 10 CFR 73.55(C)(5)規定照度至少 0.2 呎燭。照明電源利用核二廠內既有設施，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

6. 一般廢棄物處理

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，產生的一般廢棄物，將依照核二廠一般廢棄物處理規定辦理。貯存場於例行運轉期間，並無一般廢棄物生成。

7. 通風與排氣

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，將使用核二廠燃料廠房既有通風與排氣設施，遇有特殊廢氣須排除時，將另備排風設施與導管引至既有通風與排氣進口附近，由既有設施排至廠外。貯存場為露天貯存設施，燃料貯存用的密封鋼筒外表，採用自然空氣對流的冷卻方式，沒有強制式通風與排氣設備之需求。通風與排氣利用核二廠內既有設施，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

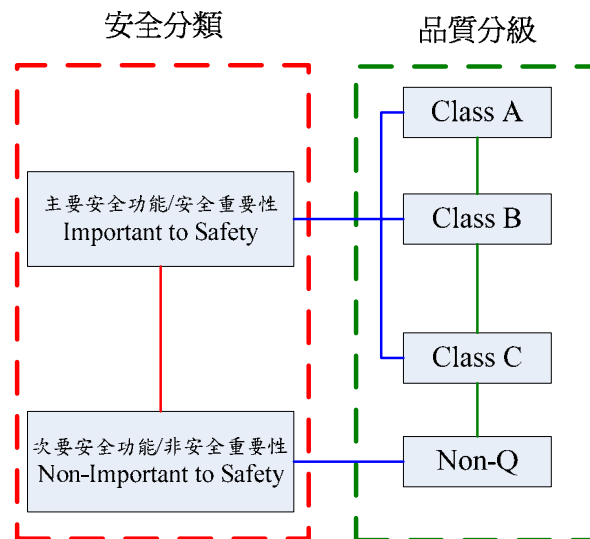
8. 接地裝置

燃料廠房內之貯存燃料裝填及運送作業用電器設備，若需接地裝置，將聯結至核二廠燃料廠房既有之接地線路，接地之執行將依照核二廠電器接地規定辦理。貯存場於例行運轉期間，除了電器設備會有適當的接地裝置外，將於貯存場高處設置避雷裝置，避雷之接地裝置，將於混凝土基座施工時預埋接地線網與預留導電接點。接地及避雷裝置係裝於燃料廠房外，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

(五) 設施各結構、系統與組件之品質分級

本節針對貯存系統各組件以功能及公共安全為標準進行品質分級。依據 NUREG/CR-6407，每一系統主要組件依其安全重要性，將其品質分級為 A, B, C 類或 NQ，如表 3.1.5-1 所示。細部各組件之品質分級如表 3.1.5-2 所示，係依據 NUREG/CR-6407 之規定來判斷結構之品質分級。

若以安全分類來區分，則設備可分為主要安全功能/安全重要性 (important to safety) 與次要安全功能/非安全重要性 (non-important to safety) 等兩類。而安全分類與品質分級之對應為：主要安全功能/安全重要性對應品質分級之 A、B、C 三項，次要安全功能/非安全重要性則對應品質分級之 NQ。



- 品質分級各類設備之定義如下：

1. A 類

屬安全運轉之關鍵組件，當失效或喪失功能時會直接對操作安全、燃料完整性或民眾健康與安全造成負面之影響。

2. B 類

屬對安全運轉有重大影響之組件，當失效或喪失功能時會間接對操作安全、燃料完整性或民眾健康與安全造成負面之影響。

3. C 類

屬失效時不會顯著降低系統功能之組件，當失效或喪失功能時不太可能對操作安全、燃料完整性或民眾健康與安全造成負面之影響。

4. NQ (Non-Quality)類

屬對安全運轉無影響之組件，當失效或喪失功能時亦不致對操作安全、燃料完整性或民眾健康與安全造成負面之影響。

表 3.1.5-1 系統主要組件之品質分級

組件	品質等級分類	安全功能	參考圖號
密封鋼筒總成 外殼與底板 密封上蓋 密封環 孔蓋	A	密封/結構	630075-085 630075-081 630075-084
燃料提籃總成 提籃支撐鉸件 燃料管總成 中子吸收劑	A	臨界/結構/熱傳	630075-099 630075-098 630075-091 630075-072
混凝土護箱總成 內襯/底座鉸件 頂蓋鉸件 鋼筋 混凝土	B	結構/屏蔽/操作/熱傳	630075-062 630075-064 630075-061
傳送護箱總成 吊耳軸 內殼/外殼 屏蔽門與軌道 加馬鉛屏蔽 中子屏蔽	B	結構/屏蔽/操作	630075-060
銜接器 底板 門軌 液壓操作系統	NQ	操作/屏蔽	630075-058 630075-060

表 3.1.5-2 細節組件之品質分級^{註1}

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q- Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
Transport Storage Canister (TSC) Assembly 密封鋼筒	A structural assembly of steel plates that provides for the structural protection, heat rejection, and confinement of radioactive contents. 為一鋼板組成件，用來提供所貯存之用過核子燃料必要的結構支撐、散熱及輻射物質的密封。	A	---	---
-TSC Shell 密封鋼筒外殼	Cylindrical shell of TSC assembly confinement boundary for radioactive material contents. 為密封鋼筒的筒狀外殼，為密封邊界組件之一。	A	TSC-001	0
-TSC Bottom Plate 密封鋼筒底板	Circular base plate of TSC confinement boundary for radioactive material contents. 密封鋼筒的圓形底板，為密封邊界組件之一。	A	TSC-002	0
-TSC Lifting Lugs 密封鋼筒吊耳	Empty TSC lifting and handling. 用於吊掛空的密封鋼筒。	B	TSC-003	1
-TSC Closure Lid(s) 密封鋼筒密封上蓋	Top closure of the TSC assembly which closes the confinement boundary when welded to the TSC shell weldment to complete the confinement vessel boundary. 此圓形蓋子與密封鋼筒頂部以銲接方式結合，形成一完整的密封邊界。	A	TSC-004	3
-Vent and Drain Valves and Seals 排氣與排水閥及止洩件	Operational components for accessing the TSC cavity during loading and unloading operations. 燃料裝卸作業時的操作器具，用以排氣、排水與氬氣回填之用。	NQ	TSC-005	1
-TSC Port Covers 密封鋼筒孔蓋	Plates welded to the Closure Lid(s) to enclose the vent and drain ports	A	TSC-006	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	and which provides closure of the confinement boundary 排氣/排水孔蓋以鉚接方式與密封鋼筒之密封上蓋結合，形成密封邊界。			
-Miscellaneous Operational Items 雜項操作物件	Anti-rotation lugs, lid alignment key, and dual material closure lid bolt washer. 防轉耳、上蓋對心鍵與密封鋼筒用螺栓墊圈等料件，提供防止燃料提籃轉動、密封上蓋對密封鋼筒外殼組裝時定位等之用。	C	TSC-007	1
-TSC Lifting Components 密封鋼筒吊升組件	Components designed for lifting and handling of a loaded TSC. 用來吊掛已裝載用過核子燃料的密封鋼筒。	A	TSC-008	0
-Supplemental Shielding 輔助屏蔽	Components that provide local shielding to the canister closure lid in the axial direction in the region below the machined recesses for the vent and drain line fittings. 於執行用過核子燃料裝載作業時，提供接近排氣/排水孔之作業人員額外屏蔽保護之用。	NQ	TSC-011	1
BWR Fuel Basket Assembly (FBA) BWR燃料提籃	A structural assembly of fuel tubes, structural supports and neutron absorbing materials designed to maintain the spent fuel assemblies in a fixed subcritical condition. The fuel basket structure provides structural integrity, thermal heat rejection and flow paths, and the major reactivity control functions. 由燃料方管、中子吸收劑	A	---	---

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	及相關的支撐結構所組成，以維持所貯存的用過核子燃料的存放位置及次臨界狀態，並提供相關必要的熱移除能力。			
-FBA Structural Components 燃料提籃結構組件	The structural components designed to maintain the geometric orientation of the SNF contents within the fuel basket assembly, and to control the loading conditions to the TSC vessel. The fuel basket structure also provides the convective flow paths for the circulation of the cavity gas and conductive heat transfer capabilities to remove the decay heat from the SNF contents. 燃料提籃結構組件係用於維持用過核子燃料存放的幾何位置，並控制密封鋼筒裝載條件及提供相關必要的熱移除能力。	A	FBA-001	2
-Neutron Absorber 中子吸收劑	The solid material fixed within the fuel basket assembly designed to absorb thermal neutrons emitted from the stored spent fuel to maintain the fuel contents subcritical (<0.95). 安裝於燃料方管內壁，用於維持所貯存的用過核子燃料之次臨界狀態。	A	FBA-002	0
-Neutron Absorber Structural Retaining Components 中子吸收劑結構保護組件	The structural components designed to maintain the geometric position of the neutron absorbing material within the fuel basket assembly and to protect the neutron absorber sheets. 用於維持中子吸收劑在	A	FBA-003	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	燃料方管內壁上的位置，並提供相關的保護。			
-FBA Miscellaneous Structural Components 燃料提籃雜項結構組件	Fuel basket assembly components, which do not provide critical structural, criticality or thermal design functions. 與結構、臨界及熱傳等安全設計功能無關。	A	FBA-004	0
-FBA Non-Structural _Operational Components 燃料提籃非結構性的操作組件	Non-structural operational components, which do not provide critical structural, criticality or thermal design functions. 非屬結構組件，與結構、臨界及熱傳等安全設計功能無關。	NQ	FBA-006	0
-FBA Carbon Steel Coating 燃料提籃碳鋼無電鍍鎳	Electroless nickel coating used to minimize the potential for corrosion of carbon steel basket components during fuel loading. 無電鍍鎳，用於保護燃料提籃中的碳鋼組件在燃料裝載作業時可能遭受的侵蝕。	C	FBA-008	0
-Fuel Spacers 燃料間隔件	Spacers placed in the bottom of loaded fuel tubes to reduce the clearance between the top of the spent nuclear fuel assembly and the bottom surface of the closure lid or axial spacer. 用於縮小所貯存的用過核子燃料頂部與密封上蓋底部間的間隙。	A	FBA-009	1
-FBA Miscellaneous Non-Structural Components 燃料提籃雜項非結構性組件	Components that provide non-critical support to the structural, criticality control, and/or heat transfer components of the basket. 為非結構、臨界與熱傳等	C	FBA-011	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	安全設計功能相關之組件。			
Vertical Concrete Cask (VCC) Assembly 混凝土護箱	The storage overpack for a loaded TSC Assembly designed to provide air flow passages for cooling of the TSC, radiation shielding to protect workers and the general public, and structural integrity against seismic, impact, tip over and normal handling conditions of storage. 用於裝載已裝載用過核子燃料的密封鋼筒，可形成空氣對流氣道來冷卻所裝載的密封鋼筒及提供必要的輻射屏蔽與在地震及傾倒發生時，確保所裝載的密封鋼筒之結構完整性。	B	---	---
-VCC Structural Weldments VCC結構銲件	The main structural cylindrical shell and base components of the VCC and VCC lid assemblies designed to properly position the loaded TSC assembly within the VCC to assure rejection of the SNF decay heat, to provide the neutron and gamma shielding of the SNF contents, and to provide the structural integrity under normal storage, off-normal and accident conditions. 由筒狀殼體、底板與頂蓋所組成。用來定位已裝載用過核子燃料的密封鋼筒於混凝土護箱中，並移除所貯存之用過核子燃料產生之衰變熱，及在所有運轉的情況下，保護所	B	VCC-001	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q- Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	裝載的密封鋼筒之結構完整性。			
-VCC Rebar VCC結構鋼筋	The structural reinforcing components to - support the concrete assembly of the VCC and assure performance of the VCC to provide heat rejection, shielding and structural capabilities. 結構鋼筋係用來強化混凝土護箱的混凝土結構安全功能（散熱、屏蔽與結構強度）。	B	VCC-002	0
VCC Concrete Assembly VCC混凝土組件	The concrete materials which are installed around the VCC structural weldments and rebar to complete construction of the VCC Assembly and which provides the cooling air flow passages, radiation shielding and impact protection to the stored loaded TSC Assembly. 混凝土為混凝土護箱外部結構，可提供所貯存的密封鋼筒必要的自然空氣對流通道、輻射屏蔽與結構受衝擊的保護。	B	VCC-003	0
-VCC Operational Components VCC操作組件	Components which provide operational support for the VCC Assembly, including supplemental inlet shielding bars, the pedestal cover plate, noncritical structural stiffeners and other similar items. 為混凝土護箱裝載或運轉操作作業支撐使用之非結構安全等相關物件。	C	VCC-005	1

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
-Miscellaneous VCC Components VCC雜項組件	Miscellaneous components which provide non-critical structural or operational support for the VCC Assembly, including vent screens and bolting, nameplates, etc. 屬非結構安全相關組件，包括通氣口護網、螺栓與銘牌等。	NQ	VCC-006	1
-Cask Lid Shielding Material 護箱上蓋屏蔽材料	A shielding material encapsulated in the cask lid (examples: concrete, NS-3, NS-4-FR, etc.) 為混凝土護箱頂蓋材料中所含的屏蔽材料。	B	VCC-007	0
Transfer Cask (TFR) Assembly 傳送護箱	A shielded special lifting device designed to shield, structurally protect, lift and transfer a TSC Assembly throughout the TSC loading/unloading operational sequence, and for the transfer of a TSC to/from a VCC Assembly or a Transport Cask. 具有屏蔽功能的特殊吊具，用以結構保護、屏蔽、吊運所置放於其中的密封鋼筒，並可藉助其功能使其中的密封鋼筒能安全的傳送至混凝土護箱中。	B	---	---
-TFR Structural and Handling Components TFR結構與裝載吊卸組件	Components that are designed, assembled, and load tested to provide the structural capability for handling and lifting the heaviest loaded TSC assembly through the entire TSC loading and transfer sequence, and to provide gamma shielding	B	TFR-001	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	for the system operators. 傳送護箱中用來提供足夠的安全結構強度以吊運密封鋼筒，並具相關的輻射屏蔽功能以保護相關作業人員。			
- TFR Neutron Shield TFR中子屏蔽	A specially designed and manufactured low density material doped with boron, which is retained within the TFR structural assembly, and which provides the radial shielding to moderate and absorb neutrons emitted by the SNF contents. 為一含硼材料安裝於傳送護箱的結構中，作為中子屏蔽之用。	B	TFR-002	0
- TFR Gamma Shield TFR加馬屏蔽	A high-density material installed within the TFR structural assembly to provide, in conjunction with the TFR structural materials, shielding to the operators from gamma radiation emitted by the SNF contents. 安裝於傳送護箱結構中的鉛塊，作為加馬屏蔽之用。	B	TFR-003	0
TFR Operational Components TFR操作組件	Operational components, which are utilized during the TSC loading and unloading operations to minimize contamination of the TSC assembly, to cool the loaded TSC assembly with circulating water or air, to ensure shield doors remain closed, and to protect certain structural components of the TFR.	NQ	TFR-004	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	於裝卸作業中，用來減少密封鋼筒污染、確保屏蔽門緊閉與保護傳送護箱的特定結構組件。			
Transport Impact Limiter (TIL) Assembly 運送用防撞緩衝器	The transport impact limiter are components and structures attached or enveloping a transport cask body, which provide protection to the transport cask body and its' safety functions by absorbing and/or dissipating impact and thermal energy applied to the cask during accident conditions of transport. 在傳送護箱運送作業中，安裝於傳送護箱頂部，當傳送護箱傾倒時用來吸收衝擊能量，以保護置放在該傳送護箱中的密封鋼筒之結構完整性。	A	---	---
-Impact Limiter Structural Assembly 防撞緩衝器結構組件	The TIL structural assembly is composed of the structural plates and sheets used to encase and confine the impact limiter energy absorbing materials. The structural assembly assures the maintenance of the impact limiter performance throughout the evaluated drop conditions. 為防撞緩衝器中的支撐結構部分，用來包覆能量吸收材料與供操作組裝。並確保在評估墜落的情況下維持其安全功能。	A	TIL-001	0
-Energy Absorbing Materials 能量吸收材料	The impact limiter energy absorbing materials are the natural or manufactured materials selected and assembled to	A	TIL-002	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	absorb the impact forces resulting from normal and transport accident conditions. The energy absorbing materials are selected to crush at a known rate to absorb impact energy and limit the amount of energy transmitted to the transport cask and contents. The materials are retained in place by the external structural assembly. 當運送發生意外時用來吸收衝擊能量，以保護置放在該傳送護箱中的密封鋼筒之結構完整性。			
-Impact Limiter Assembly and Attachment Components 防撞緩衝器與附屬組件	The impact limiter attachment and assembly components are provided to ensure that the impact limiters are properly assembled and installed, and will remain intact and in position to perform their accident force reduction function through the end of the drop/impact event. 用來安裝、固定防撞緩衝器於傳送護箱上，以確保意外發生時，防撞緩衝器能發揮其設計的功效。	B	TIL-003	0
-Impact Limiter Material Coating 防撞緩衝器塗裝	Coatings used to add definition to components with engraved lettering 防撞緩衝器的刻字塗裝。	NQ	TIL-004	0
-Miscellaneous Impact Limiter Components 防撞緩衝器雜項組件	Items designed to provide fabrication and/or operational support and are not intended to absorb energy or provide structural support during an impact event. 為防撞緩衝器製造與運轉作業中使用，不提供相	C	TIL-005	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
	關結構安全與能量吸收之用。			
Cask Lifting Yoke (CLY) Assembly 護箱吊軛	The lifting yoke assembly provides for the lifting and handling of a cask body (i.e., transfer cask, transport cask, etc.) by connection to lifting points/features on the cask during loading, unloading and/or transfer operations of radioactive materials at user facilities. 吊軛在傳送作業中，供傳送護箱含/不含密封鋼筒吊運使用。	B	---	---
-Lifting Yoke Load Bearing Components 吊軛負荷承載組件	The load carrying components of the lifting yokes used to lift and handle transport and transfer casks during loading and unloading operations. Components include lift yoke arms crossbeams, lift pins, etc., that transmit the load of the cask to the facility crane hook 這些組件為護箱吊軛中用來承載吊掛護箱的荷重，並將該荷重傳遞至吊車吊鉤。	B	CLY-001	0
Lifting Yoke Components for Non-Critical Lifts 吊軛非安全緊要吊升組件	Load carrying components of the lifting yoke used for non-critical lifts only, allowing the use of reduced design factors of safety. 為護箱吊軛中用來承載非安全緊要吊升之組件，允許使用較低的設計安全係數。	C	CLY-002	2
Lifting Yoke Operational Components	The operational components provide operational support for	NQ	CLY-003	2

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註 2} ID	QCA ^{註 3} Revision
吊軛操作組件	the Yoke Assembly, including components that assist in the guiding or aligning of the yoke to the cask, arm actuation components, bolting, washers, screws, etc. 為護箱吊軛中用來協助運轉作業之操作組件，如護箱引導定位及結合用配件。			
Cask Ancillary Systems (CAS) 護箱輔助系統	Cask ancillary systems are the various operational systems that are used at the loading and unloading facility to prepare TSCs, transport casks and other auxiliary equipment for storage and/or transport in accordance with the Certificate of Compliance (CoC). These systems do not provide a safety function for the cask performance. They provide operational support and monitor or modify operational conditions for final compliance with the CoC. These systems include H2 Monitoring, Vacuum Drying, Cask Cool Down, Cask Draining, etc. Failure of any of these systems would not have an adverse affect to cask final CoC condition. 此系統供護箱裝載、傳送作業使用，其目的在使貯存或傳送環境符合CoC所要求的條件，其設計與護箱貯存期間的安全無關。	NQ	CAS-001	2

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
Auxiliary Lifting Components for Critical Lifts 安全緊要吊升用輔助組件	The lifting slings and associated hardware, designed and tested to comply with the requirements of ASME B30.9 and ANSI N14.6 for use on critical lifts (e.g. lowering the loaded canister into the VCC). 為吊運作業中用來承載安全緊要吊升之吊索或吊具之組件，其設計與測試須分別符合ASME B30.9與ANSI 14.6的相關規定。	B	CAS-002	1
Auxiliary Lifting Components for Non-Critical Lifts 非安全緊要吊升用輔助組件	The lifting slings and associated hardware for use on non-critical lifts (e.g. lifting of an empty canister). 為吊運作業中承載非安全緊要吊升(例如吊空的密封鋼筒等)的吊索或吊具之組件。	NQ	CAS-003	0
Welding and Cutting Equipment 銲接與切割設備	Welding, cutting, and weld inspection systems required to perform the necessary canister field welds during loading or unloading operations. 此設備用於裝卸作業中提供並執行相關銲接作業。	NQ	CAS-004	0
Weld Mock-up 銲接模擬	Weld mock-ups, representative of the canister certified design configuration, used to demonstrate and qualify the canister closure welding operation sequences and performance. 用來模擬實際裝載中的銲接作業，以找出相關作業參數，以確保相關的銲接品質。	NQ	CAS-005	0

Assembly/Component Name 名稱	Safety Function/Description 安全功能/描述	Q-Category	Reference MQCA ^{註2} ID	QCA ^{註3} Revision
Ancillary Shielding 輔助屏蔽	Additional shielding components used during operational procedures to ensure doses to workers are maintained ALARA 為運轉作業時所增加的額外屏蔽，以確保相關作業人員的暴露劑量能符合合理抑低原則。	NQ	CAS-006	0
Adapter Plate Components and Assembly 銜接器及其組件	The Adapter Plate is utilized to appropriately position the loaded Transfer Cask (TFR) on the VCC Assembly for transfer of the loaded TSC assembly into or from the VCC, and to remotely open and close the TFR shield doors to access the TFR cavity. The Adapter Plate is also designed to interface with the appropriate Transport Cask for loading and unloading of the TSC Assembly. 為密封鋼筒由傳送護箱中傳送進入混凝土護箱中作業時，安裝於混凝土護箱頂部，以定位傳送護箱並開啟/關閉位於其底部的屏蔽門。	NQ	TAA-001	1

註1:本組件品質分級節錄自【26】 NAC document no.91150-Q-01 R4, Quality Category Assessment of Multi-Purpose, Dry Storage and Transportation Cask Systems。

註2: MQCA為Master Quality Category Assessment的縮寫。

註3: QCA為Quality Category Assessment的縮寫。

註4:本表中，如中、英文內容說明不一致時，以英文說明為準。

(六) 輻射安全設計

1. 安全限值

本貯存場址位於核二廠內，系統與作業之設計主要以對廠界最近處所造成的個人總有效劑量低於 0.05 mSv/y 為設計準則。此外，若發生意外事件時，距離廠界最近處任一位置的民眾，其全身所接受的有效劑量不可超過 50 mSv。

依輻防法第十條第一項規定與輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則之要求，及輻射工作場所之設施、輻射作業特性及實際輻射暴露程度，將核二廠財產界線內視為輻射狀況需經常處於監督下之地區，劃歸為監測區，並採取必要之輻射監測。而監測區內之輻射工作場所為管制區，管制區內採取管制措施並再加以劃分，以規範輻射作業、管制人員和物品進出，及防止放射性污染擴散；各區域之輻射限值及地區管制劃分標準詳如本報告第七章表 7.1-1。

2. 輻射屏蔽設計

本系統屏蔽設計的目的，是使系統在容納符合熱負載限值的用過核子燃料束輻射源的情形下，其劑量率低於安全限值、符合廠界劑量，並合理抑低操作人員接受劑量。為達此目的，貯存系統輻射屏蔽結構體之材料、組成、比重、厚度及幾何空間位置等資料，詳如本報告第六章四、(五)節。

3. 職業曝露合理抑低

本節敘述貯存系統之裝載、傳送和貯存期間，為防護工作人員和民眾免受放射性污染和降低輻射曝露，所採用的設計和操作考量。

本系統作業地區之輻射防護規劃，係沿用核二廠既有已奉原能會核准之輻射防護計畫執行，故執行貯存作業時應只需進行有限的監測，便可減少職業曝露，且符合合理抑低考量。採行之設計或措施如下：

(1) 輻射管制區與監測區之劃分及輻射防護與監測設備之設置

A. 燃料廠房

燃料廠房內的作業區域平時都屬示警區，只有在護箱裝載池附近建立臨時管制區域並加以圍籬，人員進出需穿著防護衣物並執行污染管制，以隔離放射性污染。執行燃料運貯作業時，將視需要將燃料廠房臨時管制區予以擴大，以利執行吊卸、裝填、除污、排水、乾燥、充灌氮氣、封銲、檢測、測漏等作業。

燃料廠房已設有固定式區域輻射偵測器 7 組，移動式輻射監測器 1 台，連續空浮監測器 1 台，分別敘述如下：

- 固定式區域輻射偵測器 7 組，位置分別在護箱準備區及西池、東池邊處，都具現場警報功能，其訊號送至控制室顯示。
- 移動式輻射監測器 1 台，位置在西池西側池邊欄杆外，具現場顯示功能。
- 連續空浮監測器 1 台，監測燃料廠房之空浮污染，其位置在廠房北側，具現場警報功能。
- 在停電時，上述固定式監測儀器由緊急電源供電。

為加強輻射監測，現場執行吊卸、裝填、運搬及貯存用過核子燃料作業時，將視需要另增設移動式輻射監測儀器(包括中子偵測儀器、輻射偵測儀器、空浮監測器等)。

B. 貯存場

貯存場位於核二廠保護區內，但遠離一般廠內工作人員，已規劃設置圍籬並執行進出管制及地區管制等措施，能有效防止工作人員誤入或非法的侵入。外圍籬內劃分為管制區，外圍籬外劃分為監測區。

密封鋼筒可提供長期之密封。而混凝土護箱運往貯存場之前，均先執行表面之擦拭檢測，證實無污染；故在長期貯存期間應無放射性物質外釋。因此，貯存場不需要設置通風排放系統。

至於輻射監測設備方面，於修配工廠站、模擬中心站、北展館站及貯存場設有 4 台高壓游離腔(HPIC)偵檢器，連續監測貯存設施對環境的輻射影響。在電力中斷時，將由緊急電源供電。所採用的儀器，必須能與核二廠現有之 Reuter-Stokes RSS-120/121/131 型高壓游離腔相容，以利輸出訊號並加以處理。此外，場址四周將增設環境 TLD 佈點，以監測貯存場對環境劑量的影響。

(2) 吊卸、裝填、運搬、貯存等作業區職業曝露合理抑低之設計

A. 燃料廠房

(A) 地區管制

燃料廠房內之吊卸、傳送與封鐸等作業，依現有輻防規定與措施實施輻射管制及合理抑低原則執行。

(B) 通風排放系統

燃料廠房已設有正常及緊急通風排氣系統，正常通風系統為密閉循環，送風口在廠房北側，抽風口在廠房南側；緊急排氣系統除於事故時自動啟動維持廠房負壓，避免放射性物質外釋外，在正常運轉與燃料吊裝作業時手動啟動保持工作區域低於推導空氣濃度，以保護工作人員。

(C) 其他

燃料裝填池四周已設有除污作業所需的氣源、水源及電源。至於人員與工具的除污可利用核二廠主管制站及其周邊現有的設備。此外，也可利用核能二廠現有的設備與規定，執行工作人員輻防與合理抑低訓練。

B. 貯存場

貯存場位於核二廠內，已採取圍籬等有效措施，能有效防止工作人員誤入或非法的侵入。此外，規劃貯存場之配置，各混凝土護

箱之間保持適當的間隔與距離，使得工作人員執行例行偵測與維修保養時所接受的有效劑量在合理範圍內。

(七) 作業安全設計

以下將針對系統與作業安全設計提出一般設計準則，這些準則之驗證與實踐將反應於各項安全分析與系統設計章節中。

1. 核臨界安全

(1) 功能要求

於本報告相關章節(如本報告第六章一節)提供設計特性及分析驗證，使燃料束在搬運、吊卸及貯存作業時，都保持次臨界狀態。

(2) 設計要求

A.傳送護箱與貯存設施之設計，在所有正常、異常與事故狀態下，有效中子增殖因子(k_{eff})都要小於 0.95。

B.核臨界安全分析應包括以水當貯存燃料束緩和劑之情況。

(3) 規範及標準

貯存設施之核臨界安全應符合 10 CFR 72.124 及 72.236(C)【10】之規定。

2. 作業之安全設計

以下將依作業特性，就燃料束之吊裝、傳送護箱之運送與處理、混凝土護箱之貯存、安全防護，以及輻射防護等階段工作，分別敘述各階段工作安全設計之要求與法規依據

(1) 燃料束之吊裝

A. 功能要求

應提供初步除污、密封、觀察、檢驗及編號等功能；對燃料束衰變熱量低於設計最高值進行確認；對燃料束燃耗高於設計最低值進行確認；提供必要的輻射防護；確保燃料束吊裝時不致受損。

B. 設計要求

(A) 燃料吊車與吊具為既有設備，已符合下列各項安全需求：

- 燃料束之吊卸裝置應設計為可穩固銜接，並應具有防止脫離的功能。此外，應易於除污、檢驗、維護、裝卸及貯存。
- 燃料吊車應有限制開關與連鎖，並應有精確的定位功能。
- 應提供足夠照明，以利判定燃料束及護箱之編號。
- 所有與燃料束接觸的表面應避免有尖銳的觸角、斜面及銲接殘渣，以防止燃料受損。
- 燃料吊車之設計應能承受所有的設計負載，故障時應不致造成燃料束之墜落。

(B) 提籃之燃料束貯存空間之設計應方便燃料束之插入或移出。

(C) 須有足夠之屏蔽以保護操作人員。

(D) 吊運時，對每一燃料束之編號應予以確認。

(E) 燃料束裝置位置應有足夠的內部空間，可使預定貯存的燃料在稍有扭曲狀態下仍可插入或移出。

(F) 相關設備應依工業標準及勞工安全衛生法之規定設計，並依相關規定辦理測試、檢驗及維護。

(G) 依合理抑低原則，進行維護、更換或修理失效之吊卸設備。

C. 法規及標準

燃料束吊卸區設備及使用之物件，應依工業規範及標準設計。

(2) 傳送護箱之傳送與處理

A. 功能要求

提供傳送護箱傳送所需之設備；提供傳送護箱所有作業的觀察功能；提供工作架讓工作人員接近直立的傳送護箱頂端；提供處理上蓋、重工具、螺栓旋緊器之設備；提供取樣等作業空間。

B. 設計要求

- (A) 傳送護箱及其支持系統之設計，應能承受所有的設計負載。
- (B) 傳送護箱結構的設計，必須提供設備搬移、便於維護及除污的準備或安排。
- (C) 為使工作人員使用平台以到達傳送護箱之頂部，應有出入所需的足夠空間。
- (D) 為了安全運送傳送護箱，應執行對參數(如傳送護箱表面輻射及密封完整性)的檢驗與偵測。
- (E) 提供封釐前密封鋼筒內氣體取樣分析之能力。
- (F) 傳送護箱準備區須事先加以規劃。

C. 規範及標準

- (A) 傳送護箱傳送與處理之相關設備應依據商業規範及標準進行設計。
- (B) 傳送護箱吊卸區所採購使用之物料應符合工業標準。

(3) 混凝土護箱之貯存

A. 功能要求

對所有混凝土護箱提供定期檢查的功能及溫度監測功能；對移動作業提供輻射防護措施；提供輻射監測裝置；提供適當的貯存區基礎結構；提供足夠的排熱功能以限制燃料護套溫度。

B. 設計要求

- (A) 貯存系統之設計應能承受所有的設計負載。
- (B) 貯存區使用之材料應考慮輻射、熱劣化效應對使用壽命之影響。
- (C) 混凝土護箱之設計，應對預期的貯存環境及設計壽命提供適當的腐蝕餘裕。
- (D) 每一貯存位置應由特別的、永久的及可見的號碼辨識。
- (E) 可能污染的貯存系統表面的設計，應能防止污染物之累積。

(4) 安全防護

A. 功能要求

提供貯存設施內安全屏障、進出管制設施、闖入偵測設備、監控設備、以及安全照明；並提供對設施外之通訊設備。

B. 設計要求

- (A) 操作區與各監控中心間，應提供通訊系統。
- (B) 提供雙重及分向的對外通訊設施，並依緊急應變計畫與地方或地區的主管機關相連接。
- (C) 貯存設施之保安設計應與核二廠廠區現有保安系統配合。
- (D) 應提供適當之照明設備，其亮度應符合 CNS 標準【32】。

(5) 輻射防護

A. 功能要求

限制工作人員劑量至合理抑低的程序，並依設計基準限制對一般民眾所接受的年劑量。

B. 設計要求

- (A) 運轉、維護與檢驗作業，應依照合理抑低的原則予以設計、製造、裝設、屏蔽。
- (B) 設施的設計，應儘可能減少須在輻射區執行工作所需的時間。

- (C) 設計屏蔽時，應避免引起局部高輻射區。
- (D) 設施之設計應提供密封、通風系統。

(八) 預防異常狀況或意外事故之設計

本節說明設施依場址、結構體或作業特性所需加強預防異常狀況或意外事故之設計，考慮的項目包括有火災、爆炸、放射性氣體外釋、排水系統失效、入滲量異常增加或設施內積水等。以下分別說明之：

1. 火災或爆炸

- (1) 混凝土護箱運送車油箱之油料量不得超過 50 gal。
- (2) 評估貯存場及運送路徑附近可能產生爆炸或火災時，對傳送及混凝土護箱之影響。

2. 放射性氣體外釋

- (1) 貯存期間在混凝土護箱內之密封鋼筒外緣佈有材料試片，並定期取出檢驗，以了解密封鋼筒外表材料未有劣化現象，確保放射性氣體無外釋之虞。
- (2) 貯存場四周增設一部 HPIC，並與核二廠原廠界輻射監測系統連線，以強化監測萬一之放射性氣體外釋。

3. 排水系統失效、入滲量異常增加或設施內積水

- (1) 貯存場混凝土基座四周排水溝之設計均依地勢佈置，並考量有一定之斜率，讓雨水沿此排水系統匯集流入核二廠排水系統。
- (2) 混凝土基座為一平滑地板，雨水將隨其本身重力流入四周排水溝。

(九) 利於未來除役作業之設計

乾式貯存系統的最初設計，已排除在貯存期間發生污染外洩的情形，故貯存場基座、圍籬及各項輔助公用設施，並無除污需求，除役時可經偵測達一定活度或比活度限值以下時，進行外釋或再利用。系統的主要貯存組件為混凝土護箱和密封鋼筒，以下分別描述其利於未來除役之考量：

1. 混凝土護箱

貯存期間，混凝土護箱對密封鋼筒內所裝載用過核子燃料，提供了生物屏蔽及安全防護功能，因不會與污染物件接觸，故混凝土預期不致遭受污染。混凝土護箱在裝載作業時，可能與其他物件接觸的部份為頂部、內襯與底板，在正常運作情況下不會受到污染，即便遭受污染，因該部份均為碳鋼材質且表面平滑，故應可有效除污。

貯存期間，混凝土護箱之碳鋼內襯、導引柵(standoffs)、混凝土、基板、鋼筋可能受中子活化，但由於用過核子燃料中子通率非常低，預期組件受活化的量非常少。NAC 曾以 BWR 設計基準燃料計算而得各組件之活度，詳如表 3.1.9-1；未來除役時此類組件，可依據原能會 93 年 12 月 29 日公佈之「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」之規定外釋。

未來執行除役時，須先將密封鋼筒運走，混凝土護箱則可再利用，或予解體而以一般廢棄物處理或回收為路基填料再利用；金屬鋼材組件可切段，以減少體積，並依上述辦法之規定外釋，幾乎不產生放射性廢棄物。

2. 密封鋼筒

密封鋼筒之設計與製造規範嚴謹，符合廢棄物永久處置包件要求。密封鋼筒外殼和密封上蓋之材質為 Type304/304L 不鏽鋼結構，且表面並無油漆或鍍保護物質，故可直接處置。未來除役時，假設需將密封鋼筒內裝之用過核子燃料再取出，則需先將密封鋼筒之密封環與密封上蓋鉗道予以切除，並在適當之燃料池或乾式卸載設施如熱室內，將用過核子燃料取出；密封鋼筒內部可能存有殘渣(crud)污染物，因密封鋼筒設計已考慮不易污染及容易除污，且由於中子通率相當地低，受活化量應甚少。NAC

曾以 BWR 設計基準燃料計算而得各組件活度，詳如表 3.1.9-2；燃料取出後，可將提籃吊出密封鋼筒，進行分解除污，產生之廢棄物亦非常少，可與核電廠除役產生之廢棄物一併處理。

3. 混凝土基座

混凝土基座提供混凝土護箱貯存期間之堆置，由於混凝土護箱內之密封鋼筒不會有洩漏，故混凝土基座預期不致遭受污染。若萬一發生洩漏污染，也是以氣體排放方式釋出，且排放也以上方出氣口為主；故混凝土基座即便遭受污染，因其表面平滑，屆時只要依一般除污方法(如抹布及適當藥劑)即可達到除污之目的。

貯存期間，混凝土護箱之密封鋼筒內用過核子燃料仍會發射中子，但由於其中子通率非常低，並再經過混凝土護箱之屏蔽，到達混凝土基座之中子將更低，預期其受活化的量幾乎可忽略。未來執行除役時，混凝土基座可再利用，或予解體而以一般廢棄物處理或回收為路基填料再利用。

表 3.1.9-1 混凝土護箱活化活度統計 (Bq/m³)

同位素	混凝土	建築鋼筋	頂蓋混凝土	頂蓋鋼筋	引導柵	基座	頂蓋	出氣口	內襯
³⁹ Ar	5.66E+04	--	--	--	--	--	--	--	--
⁴⁰ K	1.39E+06	--	1.39E+06	--	--	--	--	--	--
⁴¹ Ca	3.70E+04	--	--	--	--	--	--	--	--
⁴⁵ Ca	4.96E+06	--	2.09E+05	--	--	--	--	--	--
⁵⁴ Mn	--	2.74E+06	--	--	1.45E+08	6.33E+06	7.66E+05	5.03E+05	5.51E+07
⁵⁵ Fe	3.33E+06	9.07E+08	1.40E+05	3.77E+07	1.02E+09	1.41E+08	1.13E+08	4.70E+07	8.36E+08
⁵⁹ Fe	--	2.36E+07	--	--	4.74E+07	--	--	--	3.10E+07
⁶⁰ Co	2.53E+06	3.47E+07	1.14E+05	1.55E+06	4.00E+08	5.14E+07	2.43E+07	1.23E+07	2.23E+08
⁶³ Ni	--	1.47E+06	--	6.14E+04	1.43E+05	--	--	--	5.48E+04
⁶⁵ Zn	2.52E+05	4.00E+05	--	--	--	--	--	--	--
¹³³ Ba	5.22E+04	--	--	--	--	--	--	--	--
¹⁵² Eu	6.29E+06	--	2.61E+05	--	--	--	--	--	--
¹⁵⁴ Eu	6.11E+05	--	--	--	--	--	--	--	--
Total	4.96E+07	1.00E+09	3.40E+06	4.22E+07	1.65E+09	2.10E+08	1.44E+08	6.25E+07	1.17E+09

表 3.1.9-2 密封鋼筒活化活度統計 (Bq/m³)

同位素	密封鋼筒	提籃	中子吸收劑
¹⁴ C	9.69E+04	--	--
⁴⁶ Sc	--	--	8.99E+05
⁵¹ Cr	6.29E+08	--	--
⁵⁴ Mn	7.70E+07	5.00E+09	1.31E+07
⁵⁵ Fe	4.74E+08	2.36E+10	6.07E+07
⁵⁸ Co	2.07E+08	--	--
⁵⁹ Fe	2.21E+07	1.15E+09	--
⁵⁹ Ni	7.81E+05	--	--
⁶⁰ Co	1.52E+09	9.84E+09	8.55E+05
⁶³ Ni	7.81E+07	4.96E+06	3.63E+06
⁶⁵ Zn	1.08E+07	--	1.80E+08
⁷⁵ Se	1.97E+06	--	--
⁸⁷ Rb	7.14E+04	--	--
^{110m} Ag	3.53E+05	--	--
¹²⁴ Sb	3.74E+06	--	--
¹³⁴ Cs	3.03E+05	--	--
¹⁴² Ce	4.37E+05	--	--
¹⁵² Eu	6.48E+04	--	--
¹⁵⁴ Eu	5.07E+04	--	--
¹⁸¹ W	3.32E+05	--	--
¹⁸⁵ W	5.48E+06	--	--
Total	3.44E+09	4.11E+10	1.04E+09

(十) 設計資料需附適當比例尺之詳細圖說

本系統各主要組件、結構及系統設計圖目錄如表 3.1.10-1，各設計圖如附錄 3.A 所示。

表 3.1.10-1 各主要組件、結構及系統設計圖之圖目錄

No.	圖 號	圖 名	備 註
密封鋼筒(TSC)			
1	630075-085-1-1/3	密封鋼筒總圖	
2	630075-081-2-1/2	密封鋼筒組件	
3	630075-084-1-1/3	密封鋼筒上蓋組件	
4	630075-099-1-1/5	提籃組件總圖之一	
5	630075-099-1-2/5	提籃組件總圖之二	
6	630075-099-1-3/5	提籃組件上視圖	
7	630075-098-2-3/4	側邊支撐鉸件	
8	630075-098-2-4/4	彎角支撐鉸件	
9	630075-091-2-1/4	燃料方管總圖	NAC Proprietary Information
10	630075-091-2-2/4	燃料方管局部詳圖之一	NAC Proprietary Information
11	630075-091-2-3/4	燃料方管局部詳圖之二	NAC Proprietary Information
12	630075-091-2-4/4	燃料方管局部詳圖之三	NAC Proprietary Information
13	630075-072-0-1/2	中子吸收劑(板)保護板	
14	630075-072-0-2/2	中子吸收板	
混凝土護箱(VCC)			
15	630075-090-1-1/1	裝載後的混凝土護箱	
16	630075-062-2-1/4	混凝土護箱總圖	
17	630075-062-2-2/4	混凝土護箱剖面圖	
18	630075-061-1-1/4	混凝土護箱內襯鉸件	
19	630075-061-1-2/4	底座鉸件	
20	630075-064-2-1/1	頂蓋組件	
傳送護箱(TFR)			
21	630075-060-2-1/8	傳送護箱總圖之一	
22	630075-060-2-2/8	傳送護箱總圖之二	
23	630075-060-2-3/8	傳送護箱剖面圖	
24	630075-060-2-4/8	上環與下環組件	
25	630075-060-2-5/8	門軌與密封環	
26	630075-060-2-6/8	屏蔽門組件	
銜接器			
27	630075-058-1-1/3	銜接器總圖之一	
28	630075-058-1-2/3	銜接器總圖之二	

- 1.設計圖所示尺寸僅供參考，實際尺寸以實際製造尺寸為準。
- 2.使用商品、材料之規格與尺寸以實際可取得的商品為準。
- 3.圖號(舉例)說明:PROJECT(630075)-DRAWING(585)-REV(0)-SH(1)/OF(2)

二、設施之建造

本節將就貯存設施之施工特性及施工規劃分別敘述，按施工細部規劃未來於正式建造時有可能依現場需求略作調整。

(一) 施工特性

以下將說明施工規劃概要，包括所遵循之法規、標準及規範、施工階段及施工範圍等。

1. 法規、標準及規範

ACI 318 and ACI 318R, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete.", 2005 【5】。

ACI 349 and ACI 349R, "Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures." 2001 【4】。

ACI 施工相關規範

中國國家標準(CNS)建築相關法規

台電公司混凝土施工規範(土施-01)

台電公司鋼結構施工規範(土施-03)

台電公司建築工程規範

本系統施工說明書

2. 施工階段

在現場整地之前，須先確認運送道路符合施工期間之施工車輛之載重量，若有須強化之地方(如下有較脆弱之地下管線)，則應先行加固完成，方進行後續現場施工。

正式施工時，計畫分為假設工程及貯存場施工二個階段。

(1) 假設工程

假設工程大致包含圍籬設施、工務所搭設、臨時廁所、臨時水電、洗車設施、廢棄物管理等多項。

混凝土基座施工區佈置如圖 3.2.1-1 所示。

(2) 貯存場施工

A. 貯存場四周道路

道路寬 4~6.5 m，環繞貯存場四周並連接至核二廠廠區現有道路，總長約 205 m。佈置如圖 3.2.1-1 所示。

B. 地基工程

包括基樁、地坪穩定、貯存場之清理、植物掘除、回填、夯實及環境美化等。

C. 設置排水渠道

包括貯存場四周道路兩側排水系統與貯存場區排水系統設計施工，須考量地表逕流之雨量，排水溝設置以不妨礙護箱運送車之運送操作。排水渠道如本報告第一章圖 1.2-5 內之排水系統。

D. 貯存場地基座施工

貯存場預定場址範圍內提供作為承載混凝土護箱的基樁基座面積約 1,003 m²，厚 1.0 m，基樁基座完成面高程為 12.3 m，混凝土護箱露天存放。

E. 相關機電、儀控及給排水等工程施工

設置適當照明設備及水電設施。如第一章圖 1.2-5 所示。

F. 道路修繕

包括廠內既有道路至貯存場四周道路修繕。

G. 圍籬施工

貯存場設置有雙重圍籬，外圍籬高約 1.5 m，內圍籬高(含刺線架)約 2.5 m，兩層圍籬間設置寬約 6.0 m 之隔離帶。

3. 施工範圍

本工程包括混凝土護箱之設計製造、上述二.(2) 貯存場施工各項目之建造，以及配合工程施工所需之相關土木、建築、機電、儀控、消防及給排水等工作。詳細配置如圖圖 3.2.1-1，剖面如圖 3.2.1-2 所示。因貯存場位於既有廠區圍牆北側，在貯存場址施工期間有預拌車及施工機具沿既有廠區圍牆外面道路進出，規劃使用套管式場鑄樁，減少振動及噪音，對所在核子反應器設施既有結構、系統、組件及整體運轉安全不產生影響。另在試運轉階段，因會使用大型運輸車輛及機具，將會衝擊傳送道路及運轉廠房，此部分將於試運轉前提出相關評估報告。

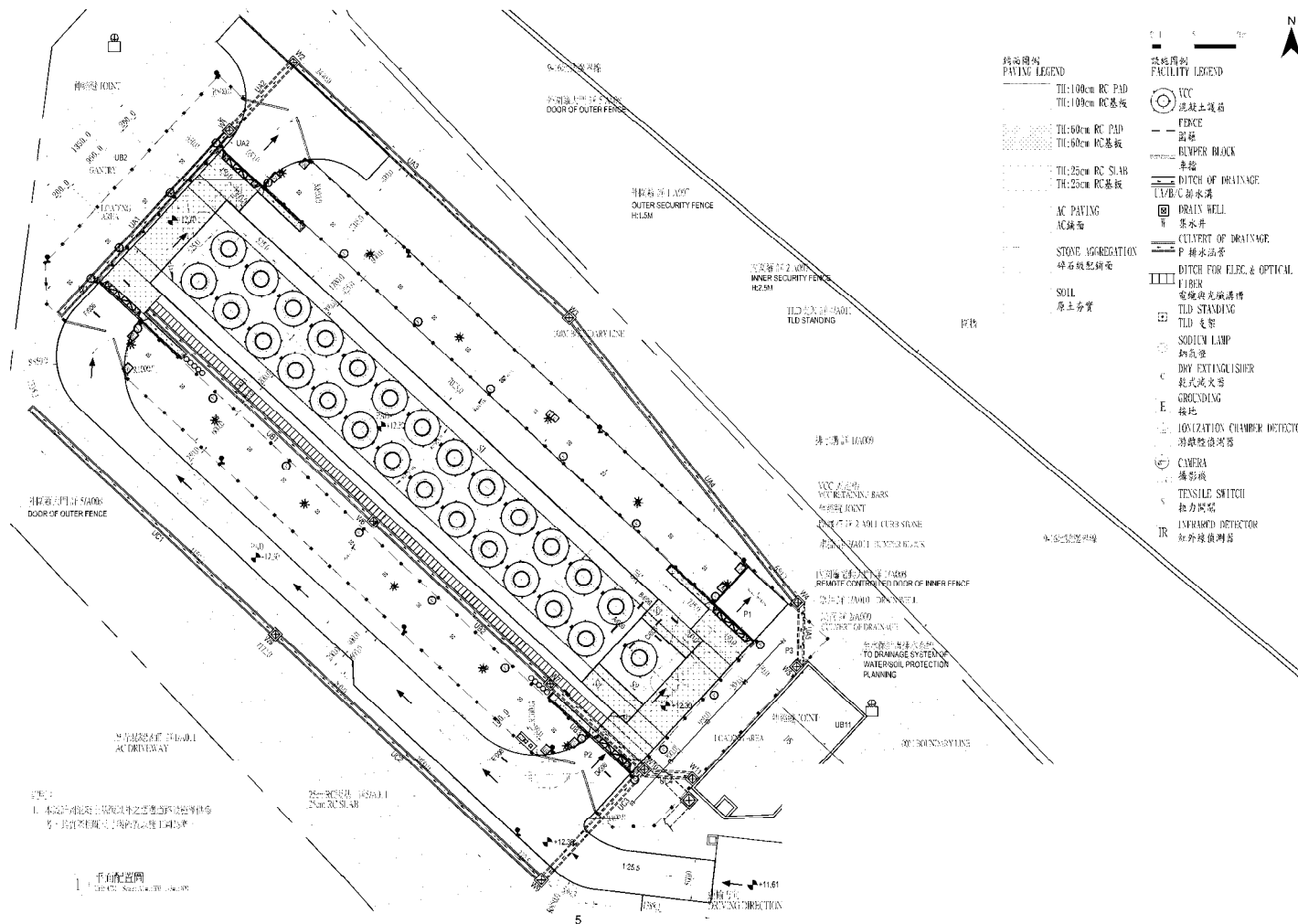


圖 3.2.1-1 貯存場混凝土基座平面配置圖
 (本設計圖混凝土基板以外之週邊道路設施僅供參考，其實際相關尺寸與佈置以施工圖為準)

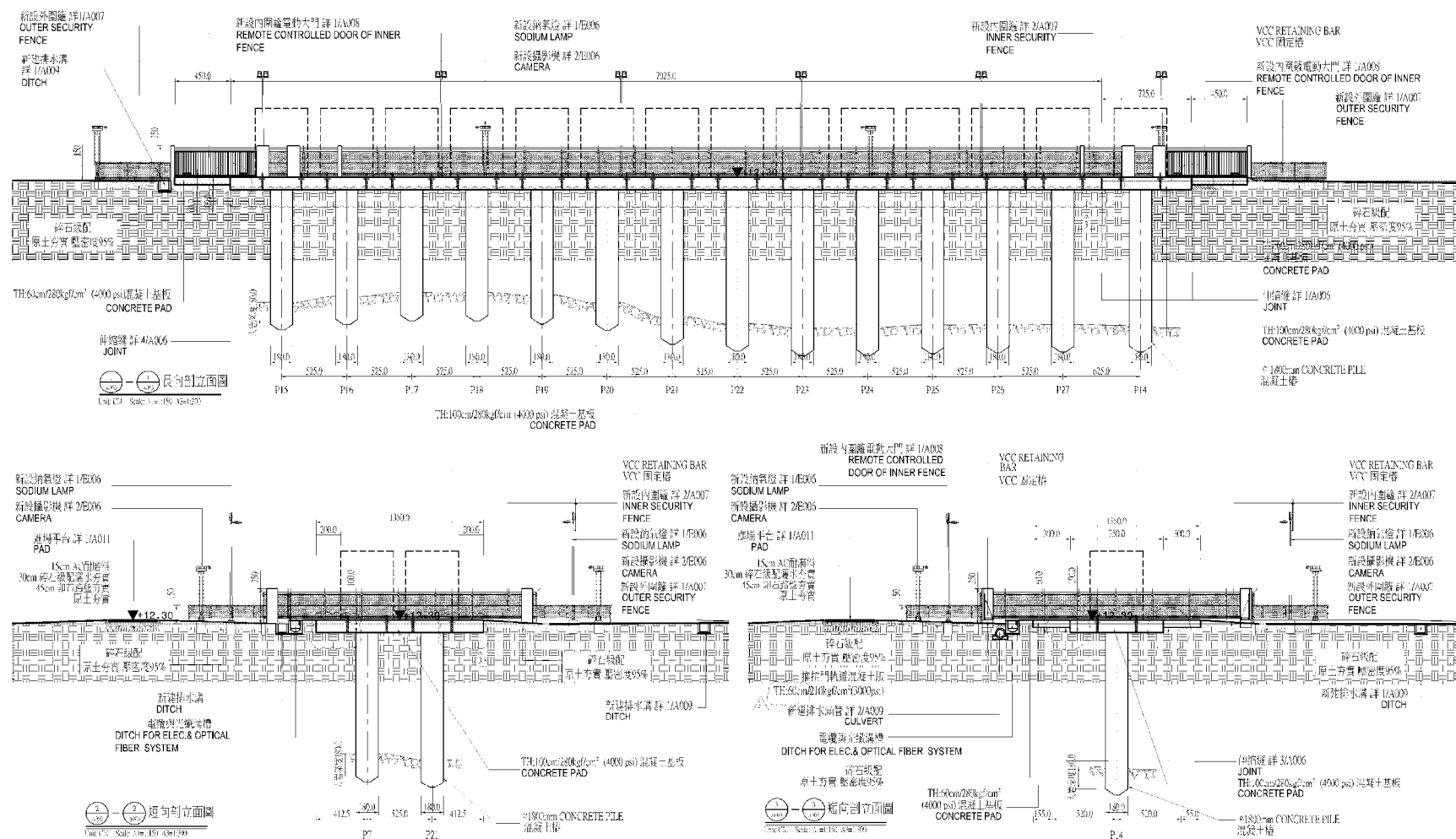


圖 3.2.1-2 貯存場混凝土基座全區剖立面圖
(本設計圖中非主要結構體之尺寸僅供參考，其實際相關尺寸與佈置以施工圖為準)

(二) 施工計畫

本節僅就貯存設施之建造施工計畫，包括主要施工項目、時程及管理方法等，提出概要說明。詳細內容將呈現於試運轉相關施工計畫書中。

1. 施工項目

(1) 貯存場混凝土基座施工

本工程俟整地工程完成後施作，預估混凝土基座板設計厚度為 1.0 m，達到混凝土地坪完成面高程為 12.3 m。

(2) 裝修計畫

於貯存場上設置圍籬及電動鐵門、聯絡道路、雨水排水系統、照明設施之規劃等。

A. 設置雙層永久圍籬及電動鐵門

現有貯存場長約 99.1 m，寬約 34.0 m；設置內外圍籬，兩層圍籬間及內圍籬與護箱間維持至少 6.0 m (20 ft) 以上之距離，以符合 10 CFR 73【33】之規定。

B. 聯絡道路

貯存區內車行道路寬 4.0~6.5 m 不等；於外圍籬南邊角，設置 10 m 寬之聯絡道路管制門。運送護箱車輛寬約 3 m，長約 12.2 m(不含動力車頭)，場區道路符合運送護箱車輛操作迴轉空間。

C. 雨水排水系統

設計排放貯存場區內雨水逕流之排水溝，並銜接至既有排水溝，以利將雨水排放。

D. 照明設施

於四周外圍籬處，設置照明設備，每盞燈距約 15~20 m，其亮度將符合 CNS【32】及 10 CFR 73【33】標準，依 10 CFR 73 規定至少 0.2 呎燭。

E. 新建道路施工

包括至貯存場之新建道路施工。

G. 運送道路補強

由一、二號機廠房至貯存場間運送路徑上之現有道路，將進行載重評估，並採取適當之補強措施，以保護地下管線。

2. 施工時程

預計施工時程如圖 3.2.2-1 所示。

3. 管理方法

(1) 本工程主要組織架構

施工、安裝/吊運及貯存等階段之組織架構，詳本報告如第四章圖 4.1-1 及表 4.1-1~4.1-3 所示。

(2) 工程採購及審查程序計畫

承包商將依法及本報告第十章三節之規定，進行採購作業。

(3) 施工品質管制送審作業流程

相關品質管制作業將依承包商擬訂核准之相關品質管制計畫書辦理，有關施工檢驗流程與材料及文件送審流程，如本報告第十章各節之規定。

(4) 交通維護、工地安全與環境管理

相關內容將詳述於相關施工計畫書中。

(5) 災害處理應變計畫

相關內容將詳述於相關施工計畫書中。



圖 3.2.2-1 預計施工時程

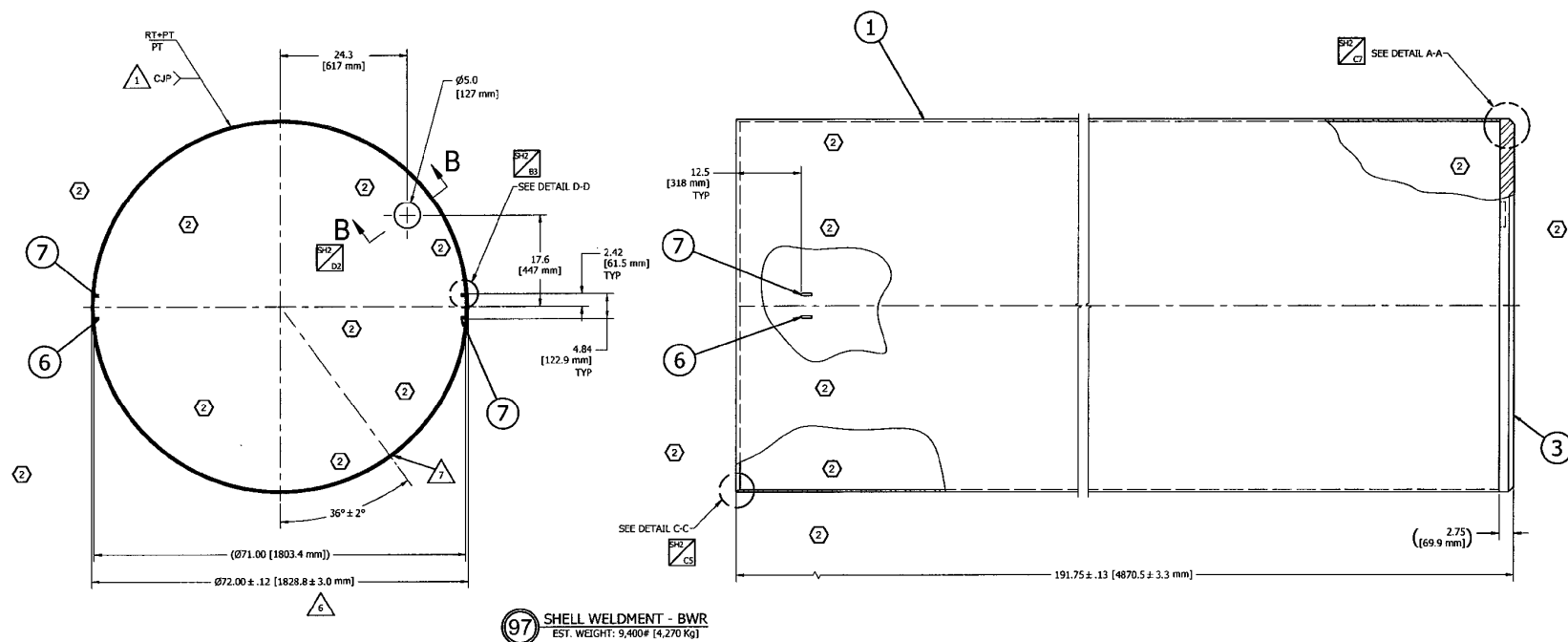
三、参考文献

1. ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Subsection NB, "Class 1 Components," American Society of Mechanical Engineers, New York, NY, 2001 Edition with 2003 Addenda.
2. ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Subsection NG, "Core Support Structures," American Society of Mechanical Engineers, New York, NY, 2001 Edition with 2003 Addenda.
3. NUREG/CR-6322, "Buckling Analysis of Spent Fuel Basket," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, May 1995.
4. "Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures (ACI 349-85) and Commentary (ACI 349R)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
5. "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318) and Commentary (ACI 318R)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
6. ANSI N 14.6- 1993, "American National Standard for Radioactive Materials - Special Lifting Devices for Shipping Containers Weighing 10,000 Pounds (4,500 kg) or More," American National Standards Institute, Inc., Washington, DC, June 1993.
7. ISG-11, "Cladding Considerations for the Transport and Storage of Spent Fuel," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, Revision 3, November 17, 2003.
8. PNL-4835, "Technical Basis for Storage of Zircaloy-Clad Spent Fuel in Inert Gases," Johnson, A.B., and Gilbert, E.R., Pacific Northwest Laboratory, Richland, WA, September, 1983.
9. NUREG- 1567, "Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, March 2000.
10. 10 CFR 72, Code of Federal Regulations, "Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste and Reactor-Related Greater Than Class C Waste," US Government, Washington, DC.

11. Regulatory Guide 1.76, "Design Basis Tornado for Nuclear Power Plants," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, April 1974.
12. NUREG-0800, "Standard Review Plan," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, April 1996.
13. ANSI/ASCE 7-93 (formerly ANSI A58.1), "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures," American Society of Civil Engineers, New York, NY, May 1994.
14. ANSI/ANS-57.9-1992, "Design Criteria for an Independent Spent Fuel Storage Installation (Dry Type)," American Nuclear Society, La Grange Park, IL, May 1992.
15. NUREG-0612, "Control of Heavy Loads at Nuclear Power Plants," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, July 1980.
16. ASHRAE Handbook, "Fundamentals," American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1993.
17. 10 CFR 71, "Packaging and Transportation of Radioactive Materials," Code of Federal Regulations, US Government, Washington, DC.
18. Regulatory Guide 7.8, "Load Combinations for the Structural Analysis of Shipping Casks for Radioactive Material," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, March 1989.
19. Regulatory Guide 7.10, "Establishing Quality Assurance Programs for Packaging Used in the Transport of Radioactive Material," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, March 2005.
20. NUREG/CR-6407, "Classification of Transportation Packaging and Dry Spent Fuel Storage System Components According to Importance to Safety," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, February 1996.
21. 10 CFR 20, "Standards for Protection Against Radiation," Code of Federal Regulations, US Government, Washington, DC.
22. NUREG/CR-6361, "Criticality Benchmark Guide for Light-Water-Reactor Fuel in Transportation and Storage Packages," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, December 1997.
23. ISG-15, "Materials Evaluation," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, Revision 0, January 10, 2001.

24. ISG-2, "Fuel Retrievability," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, October 1998.
25. NUREG- 1536, "Standard Review Plan for Dry Cask Storage Systems," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, January 1997.
26. NAC document no.91150-Q-01 R4, Quality Category Assessment of Multi-Purpose, Dry Storage and Transportation Cask Systems。
- 27.楊明宗，郭榮卿，”乾式貯存筒材料腐蝕劣化監測計畫建議書”，95.2.13。
- 28.楊明宗，郭榮卿，”用過核燃料乾式貯存混凝土護箱 A36 低碳鋼內襯墊大氣腐蝕行為評估”，94.12.26。
29. ISG-18, "The Design / Qualification of Final Closure Welds on Austenitic Stainless Steel Canisters as Confinement Boundary for Spent Fuel Storage and Containment Boundary for Spent Fuel Transportation," US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, May 2003
30. AWS D1.1, "Structural Welding Code.", 2004/01/01
31. ASME Section IX, "Welding and Brazing Qualifications.", 2004
32. 「CNS 12112 照度標準」，76 年 09 月 17 日
33. 10 CFR 73, "Physical Protection of Plants and Materials.", 2005/1/1

**附錄 3.A 本系統之重要組件設計圖(圖號 630075-091-2-1/4 ~4/4 NAC Proprietary
Information)**



- ITEM 7 IS A MIRROR IMAGE OF ITEM 6.
- ENGRAVE STRIPE 1.0 [25 mm] WIDE X .03 [.8 mm] DEEP AND FILL WITH YELLOW WEATHER RESISTANT PAINT.
- TOLERANCES APPLIED TO LOCALIZED AREAS OF SHELL DIAMETER ARE $\pm .21/- .24$ [$\pm .53/- .61$ mm]. LOCALIZED AREAS BEING FLAT SPOTS, BULGES, ETC. AT NO POINT SHALL THERE BE ANY INTERFERENCE BETWEEN INTERFACING COMPONENTS AND THE SHELL.
- QCA DEFINED IN DOC. No. 91150-Q-01
- MATERIAL TO BE DUAL CERTIFIED 304 AND 304L ST. STL.
- ALL WELDING PROCEDURES AND QUALIFICATIONS TO BE IN ACCORDANCE WITH ASME SECT IX.
- OUTSIDE BEVEL ON SHELL AND BOTTOM PLATE MAY BE ARC GOUGED AFTER WELDING JOINT FROM INSIDE.
- TYPICAL FOR SEAM AND GIRTH WELDS, NUMBER AND LOCATION, OPTIONAL. ADJACENT SECTIONS WITH SEAM WELDS SHALL BE OFFSET.

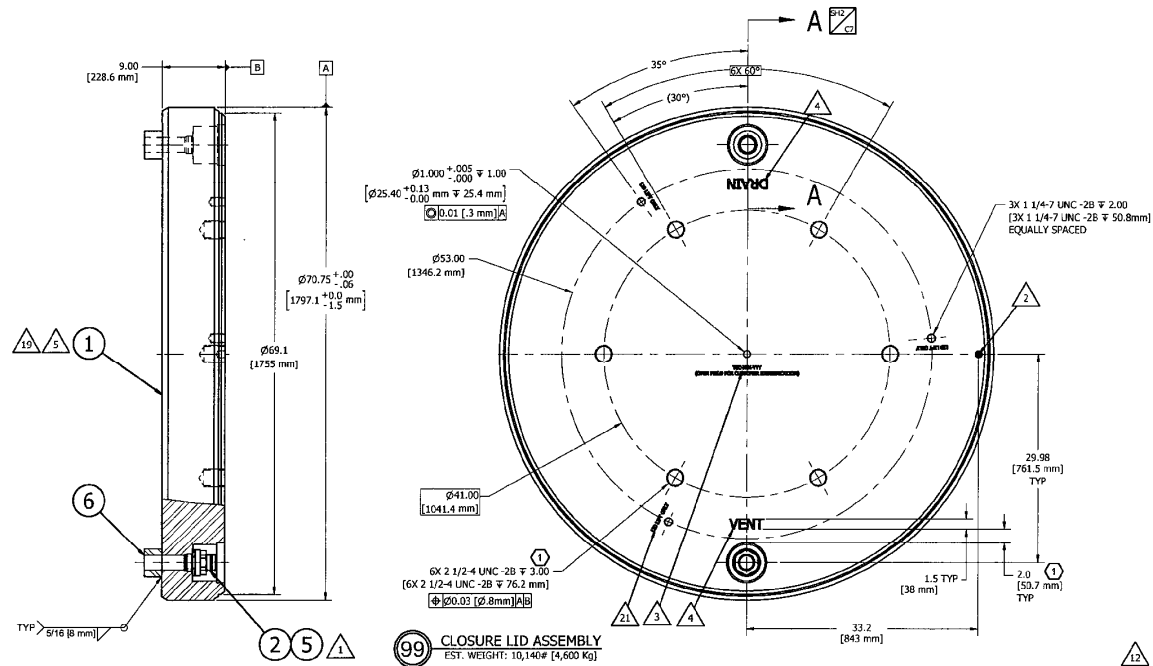
NOTES:

ITEM	NAME	MATERIAL	SPEC.	DRAWING NO.	DESCRIPTION	Q CAT	QCA ID
8	(DELETED)						
7	ANTI-ROTATION LUG	304 ST. STL.	ASTM A240/A276		1/2 PLATE/BAR	-C-	TSC-007
6	ANTI-ROTATION LUG	304 ST. STL.	ASTM A240/A276		1/2 PLATE/BAR	-C-	TSC-007
5	(DELETED)						
4	(NOT USED)						
3	BOTTOM	SEE NOTE 4	ASME SA240		2 3/4 PLATE	-A-	TSC-002
2	(NOT USED)						
1	SHELL	SEE NOTE 4	ASME SA240		1/2 PLATE	-A-	TSC-001

630075-081-2-1/2 密封鋼筒組件

- THE USE OF THE CLOSURE LID PLUGS IS AT THE OPTION OF THE LICENSEE.
- STEEL STAMP/ENGRAVE 1/2 [13 mm] HIGH X .03 [.8 mm] DEEP THE FOLLOWING: "LID LIFT ONLY", LOCATED APPROXIMATELY AS SHOWN.
- PROVIDE MINIMUM SPOT FACE, .06 INCH [1.5 mm] MAXIMUM.
- FOR ITEM 1 (CLOSURE LID), MATERIAL YIELD AND ULTIMATE STRENGTHS SHALL BE EQUAL TO, OR GREATER THAN, THOSE OF 304 ST. 304240.
- MATERIAL TO BE DUAL CERTIFIED 304 AND 304L ST. STL.
- (NOT USED)
- (NOT USED)
- (NOT USED)
- SMALL INDENTATIONS AND IMPERFECTIONS ARE ALLOWED IN THE LAND OR GROOVE OF THE CLOSURE LID WELD PREP, PROVIDED THAT THEY DO NOT ADVERSELY AFFECT THE WELDING PROCEDURES OR WELD PROCEDURE QUALIFICATIONS.
- TO FIT-UP AND SHIP IN PLACE WITH CLOSURE LID. MATCH I.D. OF CLOSURE RING TO CLOSURE LID.
- QCA DEFINED IN DOC. NO. 91150-Q-01.
- ITEM 4 (CLOSURE RING) MAY BE MADE UP FROM MULTIPLE SECTIONS, SEE DRAWING 639075-005 FOR FINAL WELDING INFORMATION.
- (NOT USED)
- FINISH TAPERED COUNTERBORE SHALL BE FREE FROM LONGITUDINAL AND SPIRAL TOOL MARKS. ANNUAL TOOL MARKS UP TO 100 MICRO-INCHES [2.5 MICRO-METERS] MAXIMUM WILL BE PERMISSIBLE.
- THE 2.587 [65.71 mm] DIA. SHALL BE CONCENTRIC WITH THREAD P.D. WITHIN .005 [0.13 mm] F.I.R.
- SEAL PROFILE AND MATERIAL MAY BE ELASTOMER "VITON" PARKER 8-932-10888-75. OTHER OPTIONS OF SEAL PROFILE AND MATERIAL MAY BE SPECIFIED BY END USER.
- THIS SURFACE SHALL BE SQUARE WITH THE THREAD P.D. WITHIN .010 [25 mm] F.I.R. WHEN MEASURED AT THE 2.750 [69.85 mm] DIA.
- FOR ITEM 1 (CLOSURE LID), THE 304 ST. STL. 304240/SA336 SHALL BE PROCURED WITH A REDUCED CARBON CONTENT, WITH A MAXIMUM EQUAL TO 0.030%.
- STENCIL/ENGRAVE .03 [8 mm] DEEP APPROXIMATELY AS SHOWN, AND FILL WITH BLACK WEATHER RESISTANT PAINT.
- STEEL STAMP/ENGRAVE 1/2 [13 mm] HIGH X .03 [8 mm] DEEP THE FOLLOWING SEQUENCE LOCATED APPROXIMATELY AS SHOWN. "TSC-xxxx-YYYY" WHERE XXX IS INDICATED ON THE PURCHASE ORDER FOR A PARTICULAR PROJECT CODE, AND THE YYY IS A SEQUENTIAL SERIES OF NUMBERS STARTING WITH 001. DIRECTLY BELOW THIS NUMBER IS AN OPEN AREA FOR CUSTOMER TO ADD ANY REQUIRED INFORMATION THEY CHOOSE.
- ENGRAVE ALIGNMENT MARK Ø0.0 [25 mm] X .03 [8 mm] DEEP APPROXIMATELY AS SHOWN, AND TO IMPRINT ON WELD BEVEL AND FILL WITH WEATHER RESISTANT PAINT. ALIGN MARK WITH STRIKE ON SHELL WELDMENT.
- LUBRICATE WITH A SPENT FLUID COMPATIBLE LUBRICANT SUCH AS NUCLEAR GRADE NEVER-SEIZE OR NEOLUBE AND TIGHTEN SHUG PLUS ONE WRENCH FLAT.

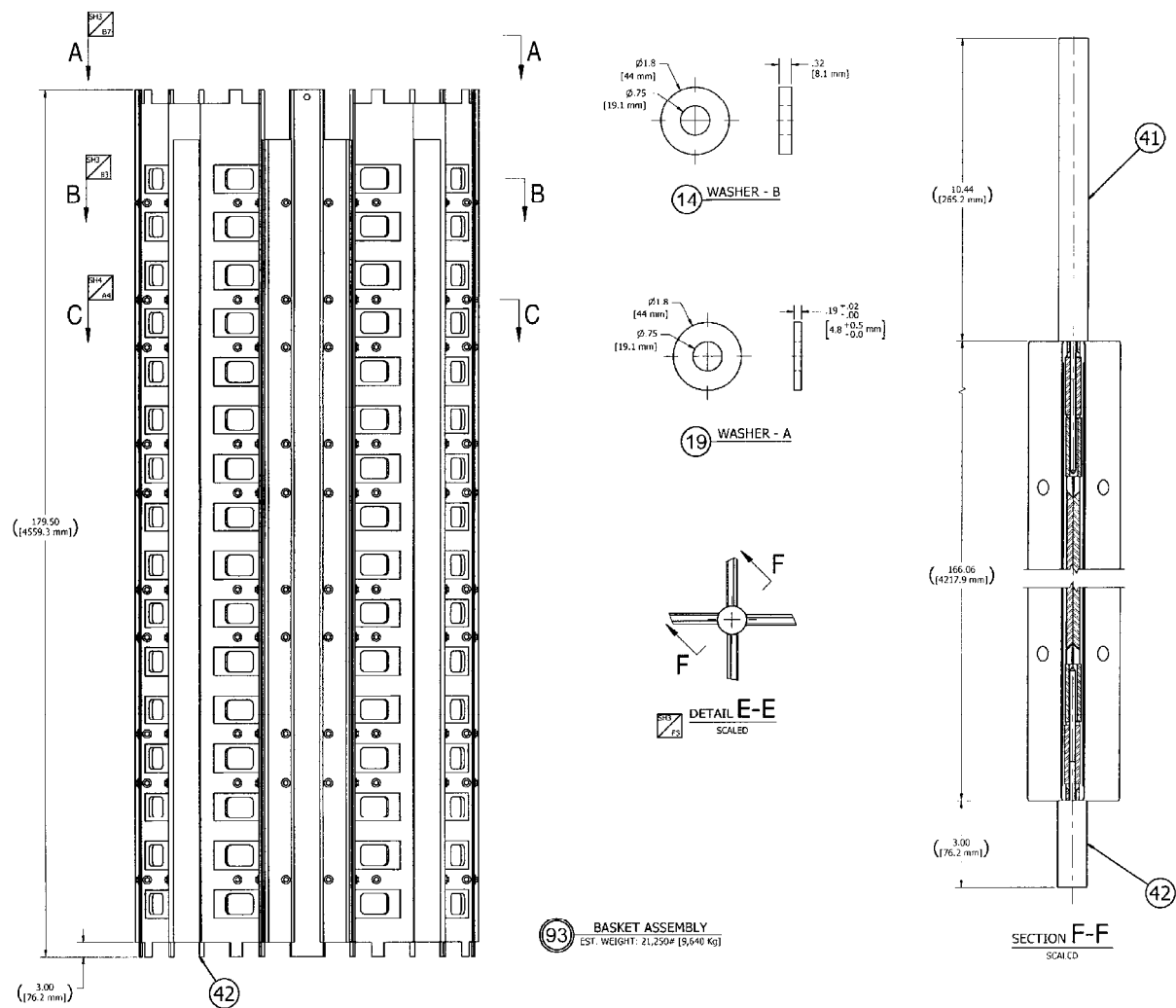
NOTES:



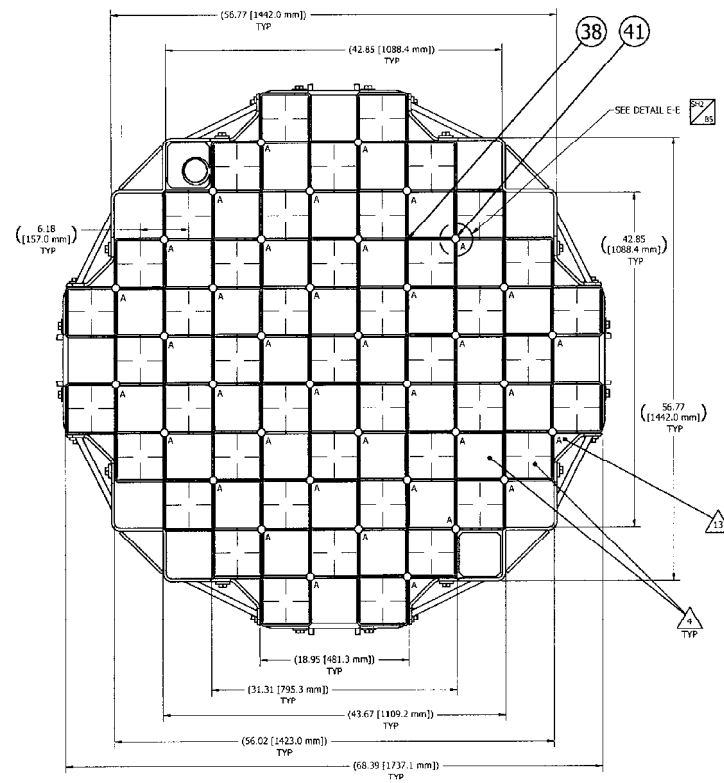
CLOSURE LID ASSEMBLY										[843 mm]		12	
EST. WEIGHT: 10,140# [4,600 Kg]													
19	(NOT USED)												
18	(NOT USED)												
17	(NOT USED)												
16	(NOT USED)												
15	(NOT USED)												
14	(NOT USED)												
13	(NOT USED)												
12	(NOT USED)												
11	(NOT USED)												
10	(NOT USED)												
9	(NOT USED)												
8	OUTER PARK COVER	304/304L ST. STL	ASME SA240							1/2 PLATE		A	13C-000
7	CLOSURE LID PLUG	304 ST. STL	ASTM A276							BAR		A	13C-011
6	SHIELD COLLAR	304 ST. STL	COML							PLATE/BAR		NQ	13C-011
5	SEAL	SEE NOTE 7	COML							SEE NOTE 7		NQ	13C-005
4	CLOSURE RING	304/304L ST. STL	ASME SA478/SA240							3/4 BAR/PLATE		A	13C-004
3	INNER POINT COVER	304/304L ST. STL	ASME SA240							1/2 PLATE		A	13C-006
2	VALVED 2" NIPPLE								630073-08B-01				
1	CLOSURE LID	304/304L ST. STL	ASME SA240/SA336							PLATE/FORGING		A	13C-004
NO	REF	REV	ITEM	NAME	MATERIAL	SPEC	DRAWING NO.	DESCRIPTION	Q CAT	Q UNIT			

630075-084-1-1/3 密封鋼筒上蓋組件

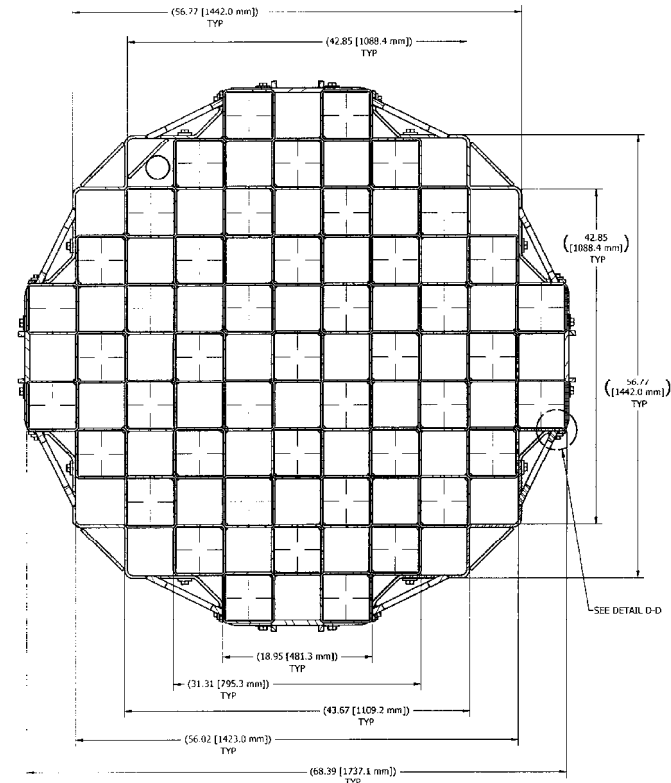
- [illegible]



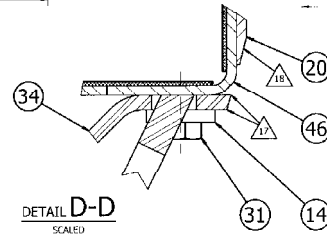
630075-099-1-2/5 提籃組件總圖之二



VIEW A-A
SCALED



SECTION B-B
SCALED



630075-099-1-3/5 提籃組件上視圖

應廠家要求：
本部分涉及廠家商業機密，屬其智慧財產權，
不予公開。

630075-091-2-1/4 燃料方管總圖(NAC Proprietary Information)

應廠家要求：
本部分涉及廠家商業機密，屬其智慧財產權，
不予公開。

SECRET

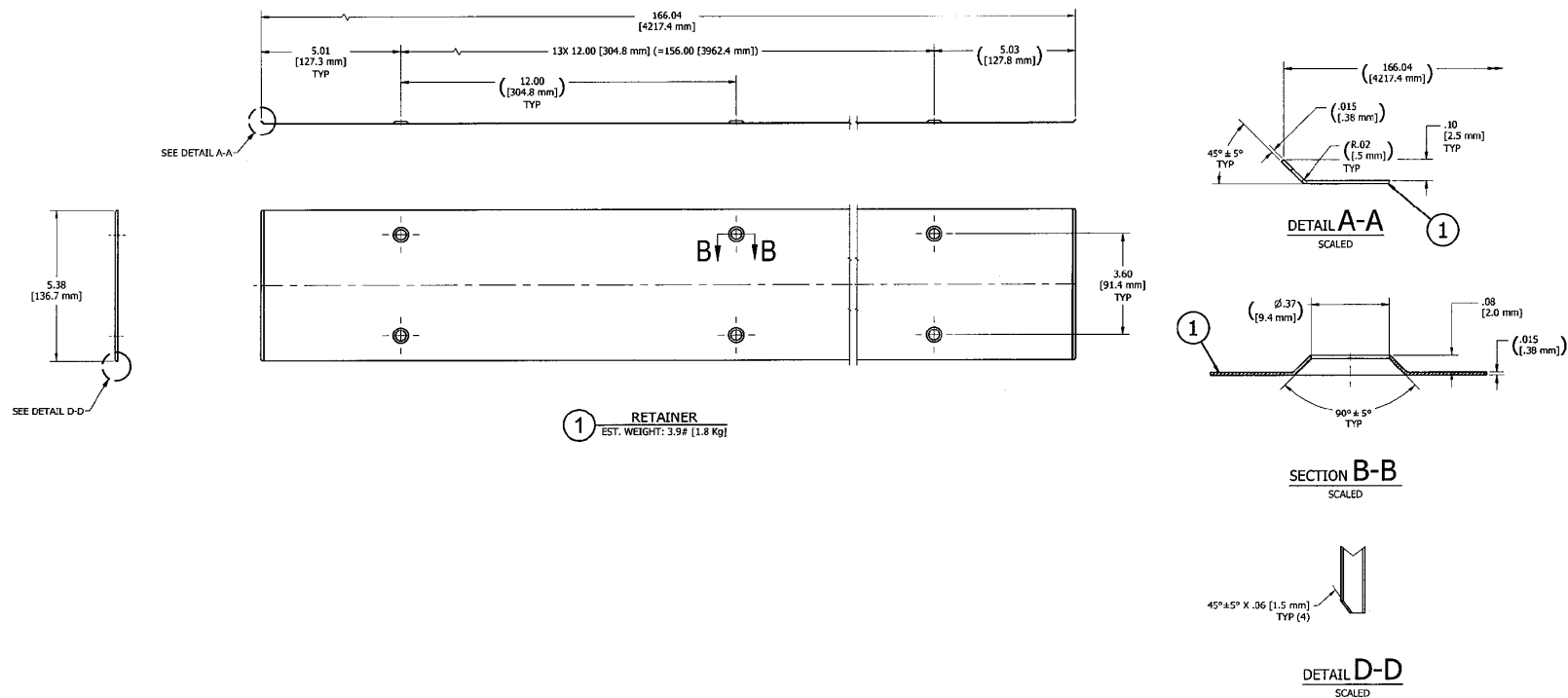
630075-091-2-2/4 燃料方管局部詳圖之一(NAC Proprietary Information)

應廠家要求：
本部分涉及廠家商業機密，屬其智慧財產權，
不予公開。

630075-091-2-3/4 燃料方管局部詳圖之二(NAC Proprietary Information)

應廠家要求：
本部分涉及廠家商業機密，屬其智慧財產權，
不予公開。

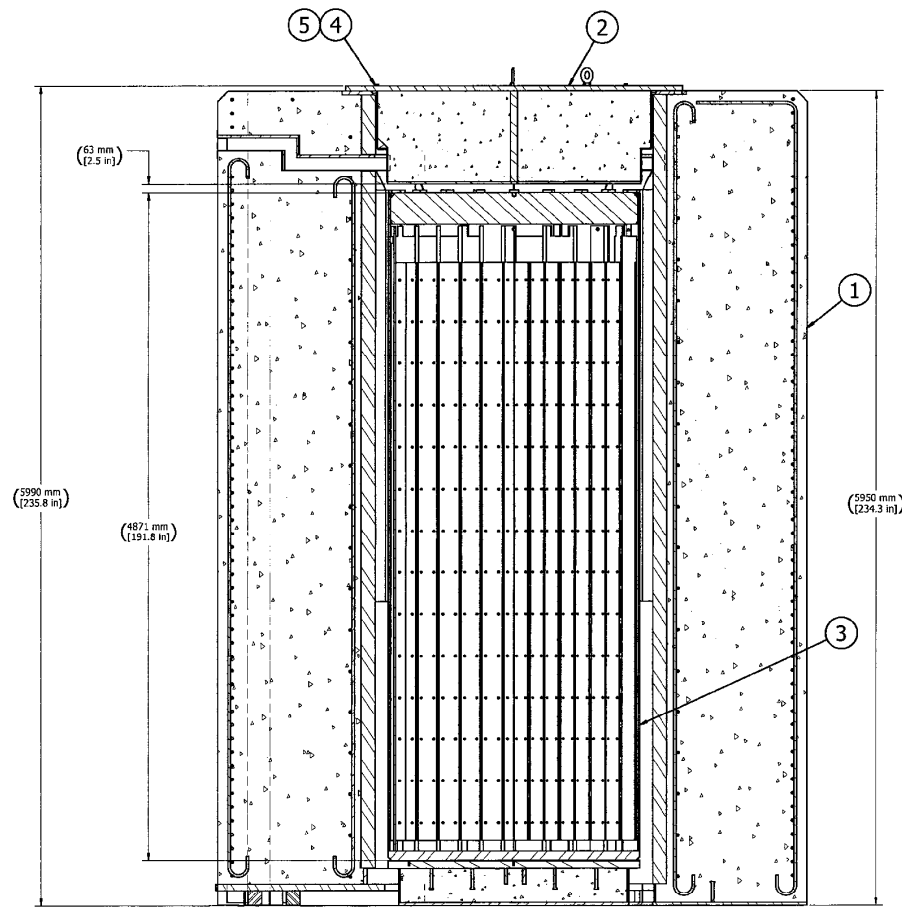
630075-091-2-4/4 燃料方管局部詳圖之三(NAC Proprietary Information)



- 4 QCA DEFINED IN DOC. No. 91150-Q-01.
- 3 DIMENSION AS REQUIRED. SEE FUEL TUBE ASSEMBLY DRAWINGS TYPE 1-4.
- 2 AREAL DENSITY OF NEUTRON ABSORBER SHEETS AS SPECIFIED IN FABRICATION SPECIFICATION 71160-S-11.
- 1 FABRICATION SPECIFICATION FOR ITEMS 1 AND 2 IS 71160-S-05. FABRICATION SPECIFICATION FOR ITEM 3 IS 71160-S-11.
- NOTES:

97	98	99	ITEM	NAME	MATERIAL	SPEC	DRAWING NO.	DESCRIPTION	Q CAT	QCA ID
			7	(NOT USED)						
			6	PLATE	ALUMINUM	COML		SHEET	B	FBA-007
			5	(NOT USED)						
			4	(NOT USED)						
			3	NEUTRON ABSORBER	METALLIC COMPOSITE	SEE NOTE 2		SHEET	A	FBA-002
			2	WELD POST	304 ST. STL.	ASME SA479		1/2 DIA. BAR	A	FBA-003
			1	RETAINER	304 ST. STL.	ASME SA340		.015 SHEET/STRIP	A	FBA-003

630075-072-0-1/2 中子吸收劑(板)保護板



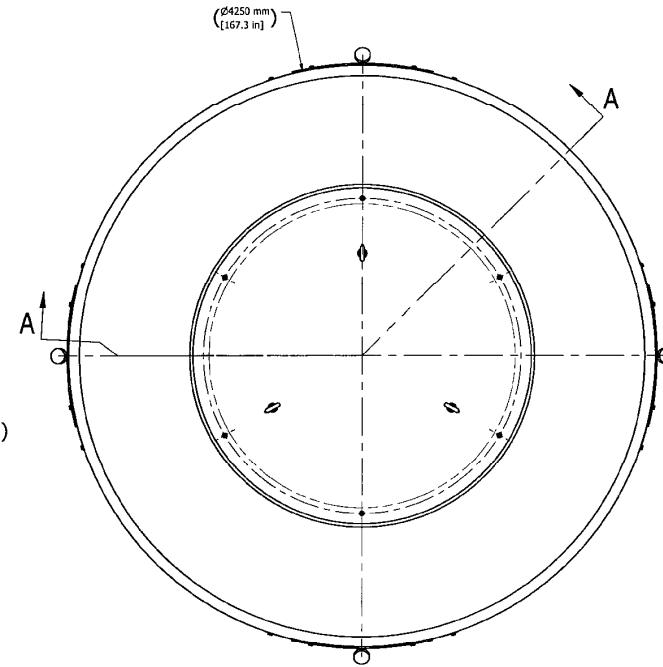
SECTION A-A

△ 3 QCA DEFINED IN DOC. NO. 91150-Q-01.

△ 2 (NOT USED)

△ 1 (NOT USED)

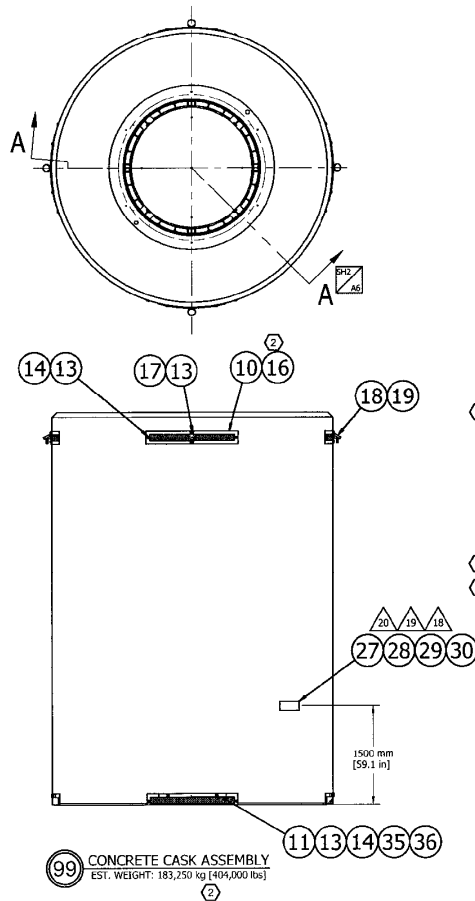
NOTE:



LOADED CONCRETE CASK - BWR
EST. WEIGHT: 236,550 kg (521,500 lbs)

6	5	LID BOLT	ST. STL.	COML	5/8-11 UNC-2A X 2.5 LG	B	VCC-001
8	4	WASHER	ST. STL.	COML	3/8 FLAT WASHER	MQ	VCC-000
1	1	TSC ASSEMBLY - 87 BWR			630075-085-97	---	---
1	2	LID ASSEMBLY			630075-064-99	---	---
1	1	CONCRETE CASK ASSEMBLY			630075-062-99	---	---
97	98	99	ITEM	NAME	MATERIAL	SPEC	DRAWING NO.
							DESCRIPTION
							Q CAT
							QCA ID

630075-090-1-1/1 裝載後的混凝土護箱



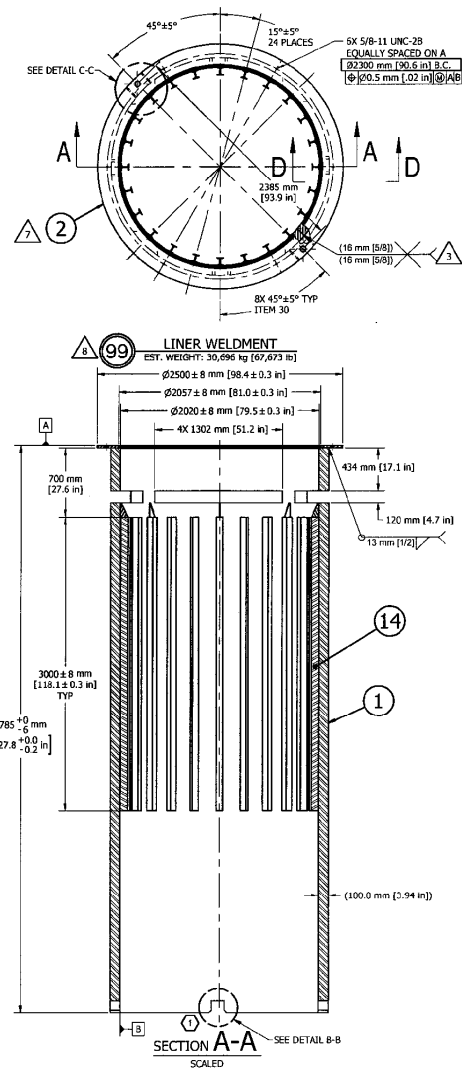
24. INSTALL PLUGS INTO SCREEN ATTACHMENT NUTS PRIOR TO ERECTING FORMS
23. LIFTING HOLES IN TOP FLANGE OF ITEM 7 SHALL BE GROUTED AFTER FINAL CONCRETE PLACEMENT.
22. SLOPE CONCRETE DOWNWARD FROM EDGE OF TOP FLANGE OF ITEM 7 TO OUTSIDE TOP CHAMFER USING GOOD CONSTRUCTION PRACTICES WHILE MAINTAINING MINIMUM CONCRETE COVER.
21. CONCRETE CASK NUMBERS MAY BE FORMED INTO THE CONCRETE SHELL. THE FORMED NUMBERS SHALL BE APPROXIMATELY 300 mm [11.8 in] X 300 mm [11.8 in] NOT TO EXCEED 10 mm [0.4 in] DEEP.
20. CONCRETE ANCHOR ADHESIVE, SUCH AS HILTI ADHESIVE HIT HY150 OR EQUIVALENT, MAY BE USED TO PREVENT THE CONCRETE ANCHOR FROM BECOMING LOOSE OR PULLING OUT.
19. INSTALL NAME PLATE CONCRETE ANCHORS PER MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS. OTHER ZINC PLATED OR STAINLESS STEEL DROP-IN ANCHORS ARE ACCEPTABLE.
18. NAME PLATE WASHER IS OPTIONAL. USE IF NAME PLATE HOLES NEED TO BE ENLARGED.
17. (NOT USED)
16. (NOT USED)
15. THE FOLLOWING SHOP FABRICATED COMPONENTS DEPICTED ON THIS DRAWING ARE GOVERNED BY FABRICATION SPECIFICATION 71160-S-06, OUTLET SCREEN (ASSEMBLY 97), RTD MOUNTING PLATE (ITEM 16), INLET SCREEN (ASSEMBLY 96).
14. ITEMS 20 & 23 MAY BE CONSTRUCTED FROM SINGLE PIECE PLATE. FIELD MODIFICATION OF HOLES IN ITEMS 20 & 23 TO ALLOW FIT-UP IS PERMISSIBLE. ITEMS 20, 21, 22 & 23 MAY BE TRIMMED IN THE FIELD TO ALLOW FIT-UP.
13. QCA DEFINED IN DOC. No. 91150-Q-01.
12. NELSON STUDS ON THE BASE WELDMENT MAY COME IN CONTACT WITH REINFORCING STEEL.
11. LOCATION OF FOUR OUTER CAGE HORIZONTAL REINFORCEMENT (HOOP) BARS CAN BE REVERSED WITH THE VERTICAL REINFORCEMENT FOR EASE OF CONSTRUCTION.
10. COAT ALL EXPOSED CONCRETE SURFACES WITH AN APPROVED CURE/SEALING COMPOUND.
9. SECURE THE AIR OUTLETS TO PREVENT BOTH UPWARD DISPLACEMENT DURING CONCRETE PLACEMENT AND DOWNWARD DISPLACEMENT DUE TO CONSTRUCTION ACTIVITIES PRIOR TO CONCRETE PLACEMENT.
8. ALL THREADED COMPONENTS ARE TO BE PROTECTED FOR CONCRETE PLACEMENT.
7. HOOPS ARE SEGMENTED WITH TWO SPLICES.
6. CONCRETE SHALL DEVELOP A COMPRESSIVE STRENGTH (f'_c) OF 280 kgf/cm² [4000 PSI] USING TYPE II OR III PORTLAND CEMENT, 25 mm [1 in] MAXIMUM SIZE AGGREGATE, CONCRETE DENSITY SHALL BE 2.32 g/cm³ [145 PCF] AVERAGE WITH NO SINGLE MEASURED DENSITY BEING LESS THAN 2.27 g/cm³ [142 PCF].
5. ALL REBAR LAP SPLICES ARE TO BE A MINIMUM OF 850 mm [33.5 in]. SPLICES SHALL BE STAGGERED AT LEAST 850mm [33.5 in] FROM CENTER TO CENTER OF ADJACENT SPLICES.
4. A 75 mm [3 in] CONCRETE COVER SHALL BE MAINTAINED FOR REINFORCEMENT AT THE EXTERIOR CONCRETE SURFACES, 50 mm [2 in] CONCRETE COVER BETWEEN THE CASK LINER SHELL AND THE REINFORCEMENT, AND 19 mm [3/4 in] CONCRETE COVER BETWEEN THE OTHER NON-EXPOSED SURFACES AND THE REINFORCEMENT UNLESS OTHERWISE NOTED, IN ACCORDANCE WITH THE TOLERANCES AS ALLOWED BY ACI 117-90.
3. ALL BENDING OF REBARS SHALL BE PERFORMED COLD, ALL HOOKS ARE STANDARD UNLESS OTHERWISE DETAILED.
2. ALL REINFORCEMENT MAY BE FIELD CUT OR BENT FOR CLEARANCES AS APPROVED BY NAC ENGINEERING.
1. REINFORCEMENT FABRICATION SHALL COMPLY WITH ACI 318/318R AND 349/349R STANDARDS. REINFORCEMENT PLACEMENT SHALL BE IN ACCORDANCE WITH ACI 117-90 TOLERANCES.

NOTE:

630075-062-2-1/4 混凝土護箱總圖

27. SHIMS WILL BE INSTALLED AT THE IS/PSI PAD TO MINIMIZE THE GAP TO A MAX 13 mm [1/2 in] BETWEEN VCC O.D. AND SEISMIC RESTRAINING POLES.
26. ITEMS 21 & 22 USE 4 X 4 X .81 mm [.032 in] WELDED WIRE CLOTH.
25. ITEM 13 USE McMASTER-CARR #92141A035 OR EQUIVALENT.

NO.	REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD.	APP'D.	QCA ID
1	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	1
2	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	2
3	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	3
4	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	4
5	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	5
6	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	6
7	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	7
8	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	8
9	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	9
10	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	10
11	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	11
12	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	12
13	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	13
14	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	14
15	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	15
16	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	16
17	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	17
18	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	18
19	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	19
20	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	20
21	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	21
22	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	22
23	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	23
24	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	24
25	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	25
26	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	26
27	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	27
28	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	28
29	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	29
30	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	30
31	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	31
32	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	32
33	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	33
34	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	34
35	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	35
36	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	36
37	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	37
38	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	38
39	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	39
40	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	40
41	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	41
42	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	42
43	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	43
44	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	44
45	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	45
46	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	46
47	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	47
48	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	48
49	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	49
50	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	50
51	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	51
52	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	52
53	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	53
54	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	54
55	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	55
56	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	56
57	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	57
58	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	58
59	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	59
60	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	60
61	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	61
62	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	62
63	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	63
64	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	64
65	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	65
66	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	66
67	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	67
68	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	68
69	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	69
70	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	70
71	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	71
72	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	72
73	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	73
74	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	74
75	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	75
76	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	76
77	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	77
78	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	78
79	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	79
80	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	80
81	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	81
82	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	82
83	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	83
84	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	84
85	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	85
86	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	86
87	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	87
88	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	88
89	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	89
90	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	90
91	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	91
92	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	92
93	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	93
94	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	94
95	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	95
96	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	96
97	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	97
98	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	98
99	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	99
100	1	10/1/01	ISSUED FOR FABRICATION	J. L. LEE	J. L. LEE	J. L. LEE	100

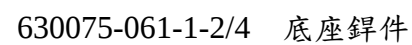


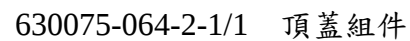
13. TRIAL FIT AND MATCH MARK OUTLET VENTS TO SHELL IN SHOP.
12. QCA DEFINED IN DOC. No. 91150-Q-01.
11. LOCATE FACE OF ITEM 25 FLUSH WITH 2125 mm (83.7 in) RADIUS PROFILE.
10. ITEM 11 TO BE FLUSH WITH THE TOP OF ITEM 7.
9. USED FOR UPRIGHTING SHELL USING TWO 2 1/2-4 SWIVEL HOIST RINGS. ATTACH 2 1/2" HEAVY HEX NUT TO UNDERSIDE PRIOR TO LIFTING.
8. PREPARE ALL SURFACES THAT WILL REMAIN EXPOSED AFTER FINAL CONCRETE PLACEMENT (SEE DRAWING 630075-062) IN ACCORDANCE WITH SSPC-SP1. NEAR-WHITE BLAST CLEAN PER SSPC-SP10. APPLY PPG 97-695/97-697P (GREEN) AND UC9571 No. 1448 (GREY) TO ALL PREPARED SURFACES PER MANUFACTURERS APPLICATION INSTRUCTIONS. WRAP COATING OVER ALL EDGES TO ENSURE COMPLETE COVERAGE. OTHER COATING MAY BE USED IF APPROVED BY NAC.
7. ITEMS MAY BE FABRICATED USING MULTIPLE SECTIONS. ALL SEAMS BETWEEN SECTIONS MUST BE FULL PENETRATION WELDED UPON ASSEMBLY.
6. VISUALLY INSPECT (VT) ALL WELDS.
5. ALL WELDING PROCEDURES AND QUALIFICATIONS TO BE IN ACCORDANCE WITH AWS D1.1 OR ASME SECT. IX.
4. AT THE OPTION OF THE FABRICATOR, ITEMS 5 AND 6 MAY BE MADE FROM A SINGLE PIECE OF PLATE.
3. TYPICAL FOR SEAM AND GIRTH WELDS, NUMBER AND LOCATION OPTIONAL, ADJACENT SECTIONS WITH SEAM WELDS SHALL BE OFFSET.
2. SEAL WELD ALL OPEN SEAMS.
1. ITEM 18 (STAND) SHALL BE NOTCHED FOR ITEMS 12 AND 13 (RAILS) TO EXTEND THROUGH. INVERT ASSEMBLY AND FILL WITH CONCRETE PRIOR TO WELDING ASSEMBLY TO ITEM 4.

NOTES:

1	31	CONCRETE	COML	COML	SEE NOTE 18	B	VCC-007
8	30	INSIDE GUSSET	CARBON STEEL	ASTM A36	13 mm PLATE	C	VCC-005
1	29	PAINT	CPM	COML	SEE NOTE 8	A2	UCF-006
1	28	SHIELD PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	20 mm PLATE	B	VCC-001
1	27	COVER	304 ST. STL.	ASTM A240	6 mm PLATE	C	VCC-005
5	26	DOWEL PIN	ST. STL.	COML	DIA 12 mm X 20 mm LG.	NQ	VCC-006
4	2	SCREEN TAB	ST. STL.	COML	508-11UNC-18 SQUARE NUT	C	VCC-005
4	24	GUSSET	CARBON STEEL	ASTM A36	13 mm BAR/PLATE	C	VCC-005
1	23	OUTLET BOTTOM PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	6 mm PLATE	B	VCC-001
1	22	OUTLET BACK	CARBON STEEL	ASTM A36	20 mm PLATE	B	VCC-001
1	21	OUTLET BOTTOM	CARBON STEEL	ASTM A36	6 mm PLATE	B	VCC-001
1	20	OUTLET TOP	CARBON STEEL	ASTM A36	20 mm PLATE	B	VCC-001
1	19	OUTLET TOP	CARBON STEEL	ASTM A36	20 mm PLATE	B	VCC-001
2	18	OUTLET SIDE	CARBON STEEL	ASTM A36	6 mm PLATE	B	VCC-001
60	17	NELSON STUD	CARBON STEEL	COML	19 mm X 157 mm SBL	B	VCC-001
1	16	BASE PLATE WELDMENT			630075-061-97		
68	15	INLET SHIELD BAR	CARBON STEEL	ASTM A36	100 mm BAR	C	VCC-005
24	14	STANDOFF	CARBON STEEL	ASTM A36	3 (in) X 7.5 (P/In) S BEAM	B	VCC-001
4	13	SHORT SUPPORT RAIL	CARBON STEEL	ASTM A36	16 mm PLATE	B	VCC-001
2	12	LONG SUPPORT RAIL	CARBON STEEL	ASTM A36	19 mm PLATE	B	VCC-001
4	11	CORNER GUSSET	CARBON STEEL	ASTM A36	13 mm PLATE	C	VCC-005
1	10	STAND	CARBON STEEL	ASTM A36	12 mm PLATE	B	VCC-001
4	9	SUPPORT RAIL GUSSET	CARBON STEEL	ASTM A36	25 mm PLATE	B	VCC-001
4	8	INLET SIDE PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	13 mm PLATE	B	VCC-001
4	7	INLET TOP	CARBON STEEL	ASTM A36	50 mm PLATE	B	VCC-001
4	6	CONNECTOR PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	25 mm PLATE	B	VCC-001
4	5	CORNER PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	25 mm PLATE	B	VCC-001
1	4	CENTER PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	25 mm PLATE	B	VCC-001
1	3	PREDESTAL PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36	50 mm PLATE	B	VCC-001
1	2	TOP FLANGE	CARBON STEEL	ASTM A36	25 mm PLATE	B	VCC-001
1	1	SHELL	CARBON STEEL	ASTM A36	100 mm PLATE	B	VCC-001

630075-061-1-1/4 混凝土護箱內襯焊件





21. LIFTING TRUNNIONS SHALL BE SUBJECT AS AN ASSEMBLY TO A PROOF LOAD TEST OF 694,000 LBS + 30,200 LBS/±0 LBS (315,000 kg +13,600 kg/±0 kg). (347,000 LBS (157,500 kg) PER TRUNNION) AND POST TEST NDE. SEE FABRICATION SPECIFICATION 71160-S-08.

20. THREAD HOLE FOR HOISTING AND HANDLING DOOR (5,000 lb (2,300 kg) CAPACITY).

19. QCA DEFINED IN DOC. No. 91150-Q-01.

18. SUBSTITUTION OF ASTM A350 LF2 IS ACCEPTABLE.

17. ITEM 6 MAY BE INCORPORATED INTO ITEM 34 IF THE CORRECT THICKNESS OF MATERIAL CAN BE PROCURED.

16. (NOT USED)

15. THE 3/4 [19 mm] GROOVE WELD PREP ON INSIDE OF RAIL AND OUTSIDE OF RING MAY BE TAPERED TO THE RAIL/RING INTERSECTION (POINT WHERE OD OF RING INTERSECTS WITH THE INSIDE OF THE RAIL) AT THE FABRICATORS OPTION ON EACH END AT RING/RAIL INTERSECTION. THE START OF TAPERING OF THE 3/4 INCH [19 mm] GROOVE WELD SHALL NOT EXCEED 3.5 INCHES [89 mm] FROM THE INTERSECTION POINT. AT THE RAIL/RING INTERSECTION, VERIFY THAT THERE IS A ROOT GAP (NO CONTACT POINT BETWEEN THE RAIL AND RING PRIOR TO WELDING). THE MIDDLE SECTION OF THE 3/4 [19 mm] GROOVE WELD ON THE OUTSIDE OF THE TRANSFER CASK SHALL BE GROUND FLUSH WITH OR INSIDE OF THE OUTER EDGE OF THE RAIL. AFTER WELDING THE GROOVE WELD, PERFORM THE 1/4 INCH [6.5 mm] FILET WELD, WRAPPING AT RAIL/RING INTERSECTION POINT AND WITH A MINIMUM OF 3 INCHES [75 mm] FROM RAIL/RING INTERSECTION ON EACH SIDE. BLEND WITH A UNIFORM TAPER AT THE ENDS.

14. (NOT USED)

13. (NOT USED)

12. CUT ONE ROW (40) BRICKS IN HALF. PLACE A ROW OF FLAT BOTTOM BRICKS IN THE CAVITY FIRST AND A ROW OF BRICKS WITH FLAT TOPS LAST IF NECESSARY. CONTROL OVERALL HEIGHT AS REQUIRED. APPROXIMATELY 3320 BRICKS ARE REQUIRED.

11. GRIND TRANSITION CHAMFERS ON THE LEADING AND TRAILING EDGES OF THE DOOR RAIL (ITEM 6) MAX 3/8" (9.5 mm) X 30-45 DEGREES.

10. 1/4" (6.5 mm) MAXIMUM GAP AT THE TOP OF NEUTRON SHIELDING. NEUTRON SHIELD TO CONTAIN 0.6 WEIGHT PERCENT B4C MIN.

9. JERGENS KWIK-LOK PIN, SPECIAL ORDER #806529 WITH C=4.5 OR CARR LANE BALL LOCK PIN, #CL-12-MBPB-0.68-4BALL-C (C= 3.82).

8. TYPICAL FOR LONGITUDINAL AND CIRCUMFERENTIAL WELDS, NUMBER AND LOCATION OPTIONAL. SEAM WELDS SHALL BE OFFSET.

7. THE TRUNNIONS (ITEM 5) SHALL BE COAXIAL TO EACH OTHER WITHIN .100 [2.5 mm].

6. REMOVE ANY OIL AND/OR GREASE FROM ALL CARBON STEEL SURFACES IN ACCORDANCE WITH SSPC-SP-1. COMMERCIAL BLAST CLEAN PER SSPC-SP-10. APPLY CARBOLINE CARBOGUARD B90N OR KEELER & LONG KLE-SERIES EPOXY ENAMEL COATING PER MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS. MASK WEAR STRIPS (ITEM 30) BEFORE COATING.

5. THE TRUNNIONS (ITEM 5) SHALL BE FLUSH WITH THE INSIDE DIAMETER OF THE TOP RING (ITEM 4).

4. BACKING BAR MATERIAL SHALL BE COMPATIBLE WITH THE BASE METAL AND SHALL BE PROCURED QUALITY CATEGORY "C".

3. VISUALLY INSPECT (VT) ALL WELDS. AFTER LOAD TESTING LIQUID PENETRANT INSPECT (PT) OR (MT) ALL ACCESSIBLE LOAD BEARING WELDS WITH ACCEPTANCE CRITERIA PER NF-5350 OR NF-5340.

2. ALL WELDING PROCEDURES AND QUALIFICATIONS TO BE IN ACCORDANCE WITH AWS D1.1 OR ASME SECTION IX.

1. STENCIL/ENGRAVE AS SHOWN WITH 1.0 [25 mm] HIGH LETTERS APPROXIMATELY .03 [8 mm] DEEP AND FILL WITH BLACK WEATHER RESISTANT PAINT. "XO" IS A UNIQUE CONSECUTIVE NUMBER BEGINNING WITH 01 FOR EACH CASK. ACTUAL ASSEMBLED WEIGHT TO BE STAMPED IN PLACE OF Y'S AT TIME OF FABRICATION.

NOTES:

36. FOR ITEMS 31 & 40 USED 1 1/4 [32 mm] OD X 11 [3 mm] GAUGE WALL TUBING.

35. PLUG WELD RELIEF HOLE AFTER CIRCUMFERENCE WELDING IS COMPLETED.

34. SUBSTITUTION OF ASTM A516 GRADE 70 IS ACCEPTABLE.

33. LOCATE AND WELD AT ASSEMBLY, AFTER DOWEL PINS ITEM 37 ARE INSTALLED, WITH DOORS CENTERED, FULLY CLOSED AND WITH DOWEL PINS IN CONTACT WITH THE TRANSFER CASK BASE/OUTER SHELL. MODIFY DOOR TAB LENGTH AS NEEDED TO ENSURE SHIELD DOORS REMAIN FULLY CLOSED.

32. CASK SHALL BE SHIPPED SUCH THAT BOTTOM RING THREADED HOLES FOR LIFTING ATTACHMENT ARE FACE UP.

31. LUBRICATE WITH A SPENT FUEL POOL COMPATIBLE LUBRICANT.

30. FILL/DRAIN LINE TUBES (ITEMS 31 AND 40) SHALL NOT PROTRUDE INSIDE THE CASK.

29. MATCH DRILL AND TAP LOCATIONS FROM ITEM 42.

28. GRIND ALL LEADING EDGES OF ASSEMBLY 97 (SHIELD DOOR B) AND ASSEMBLY 98 (SHIELD DOOR A) MAX 3/8" (9.5 mm) X 30-45 DEGREES.

27. LOCATE AND WELD AT ASSEMBLY, AFTER DOWEL PINS ITEM 37 ARE INSTALLED.

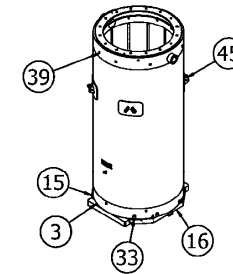
26. LOCATE AT ASSEMBLY, WITH DOORS CENTERED, FULLY CLOSED AND WITH THE DOWEL PIN IN CONTACT WITH THE TRANSFER CASK BASE/OUTER SHELL. MAINTAIN A .25" (6.4 mm) MINIMUM OUTER EDGE DISTANCE. DRILL AND REAM FOR PRESS-FIT 1.0 DEEP INTO ITEMS 12 AND 13.

25. (NOT USED)

24. THE THREADED HOLES MAY BE USED FOR HANDLING AND UPRIGHTING OF THE CASK OR USED WITH A SEISMIC RESTRAINT SYSTEM. FOR HANDLING AND UPRIGHTING OF THE CASK THE THREADED HOLE LOAD CAPACITY IS 70,000 lb (31,750 kg). A STRUCTURAL EVALUATION OF THE TRANSFER CASK IS REQUIRED FOR USE WITH A SEISMIC RESTRAINT SYSTEM.

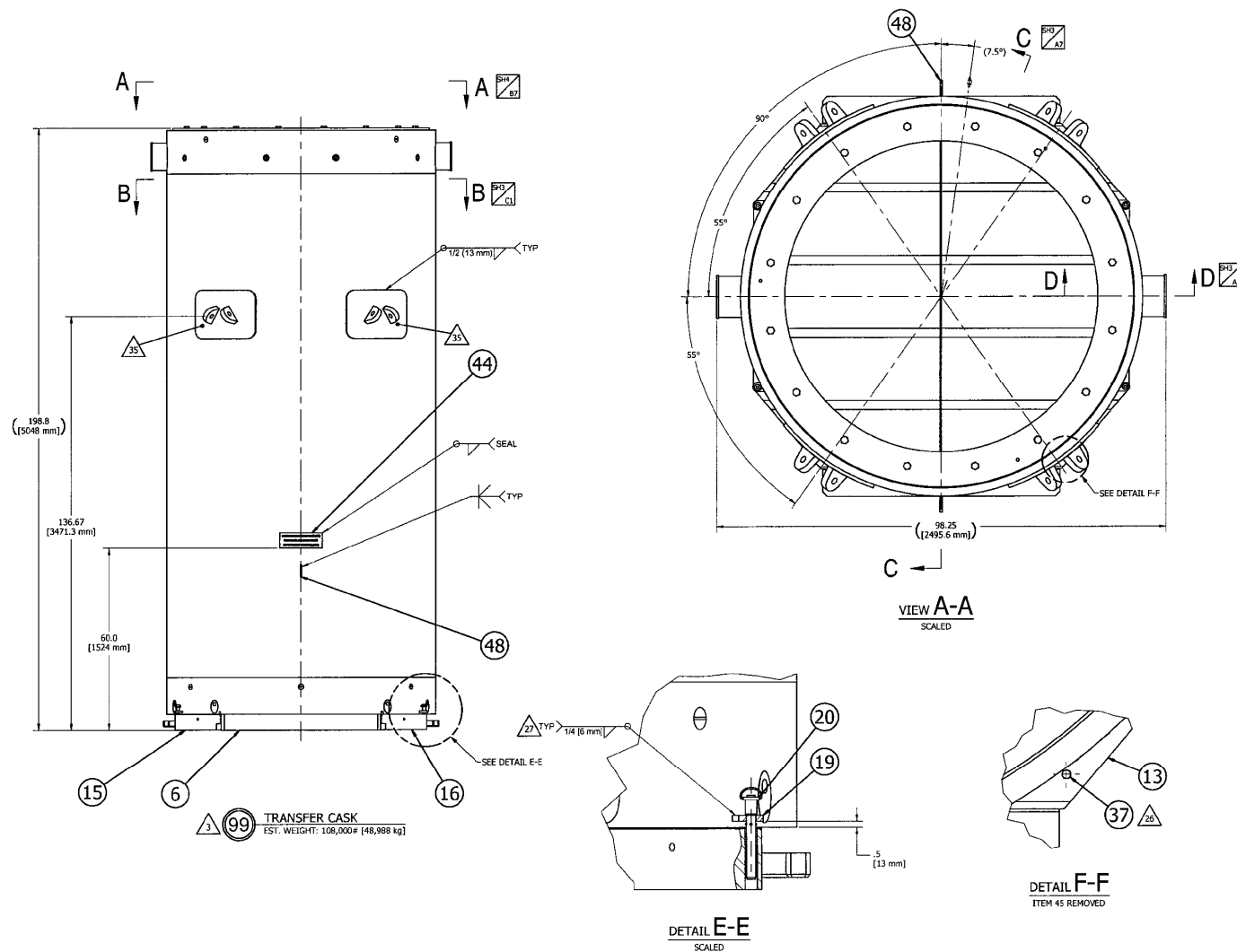
23. ITEM 35 THREADED PLUGS AT USER'S OPTION.

22. SHIELD DOORS SHALL BE SUBJECT AS AN ASSEMBLY TO A PROOF LOAD TEST OF 391,000 LBS +15,000 LBS/±0 LBS (177,355 kg + 6,804 kg/±0 kg), (195,500 LBS (88,650 kg) PER DOOR RAIL) AND POST TEST NDE. SEE FABRICATION SPECIFICATION 71160-S-08.

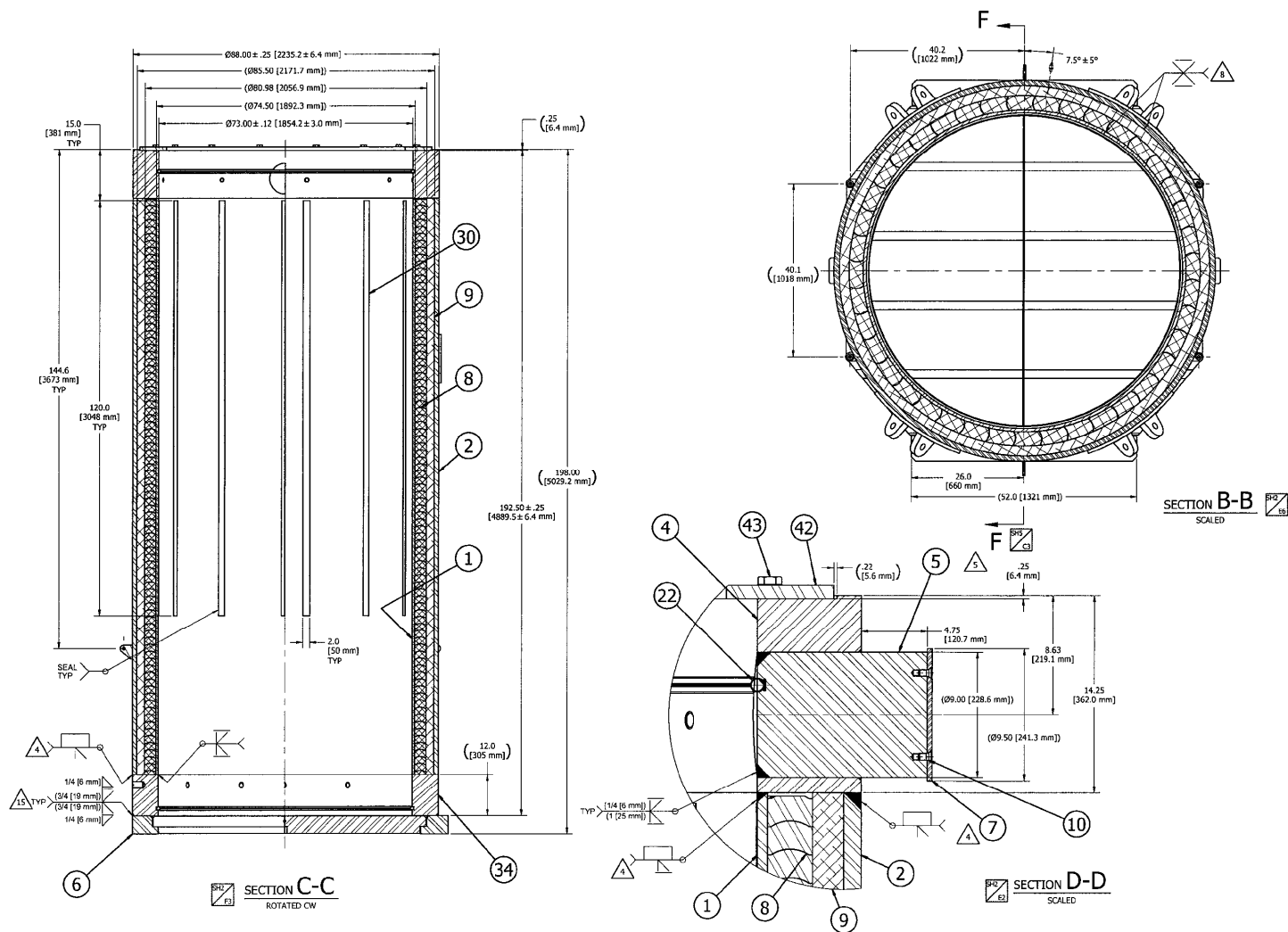


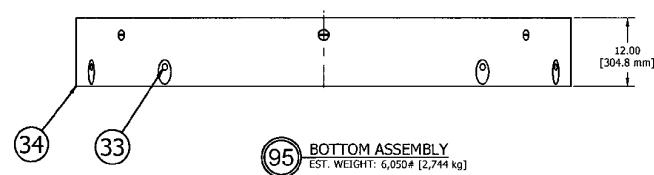
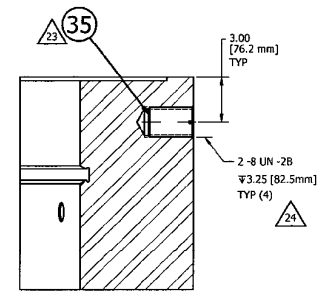
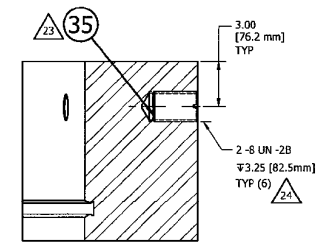
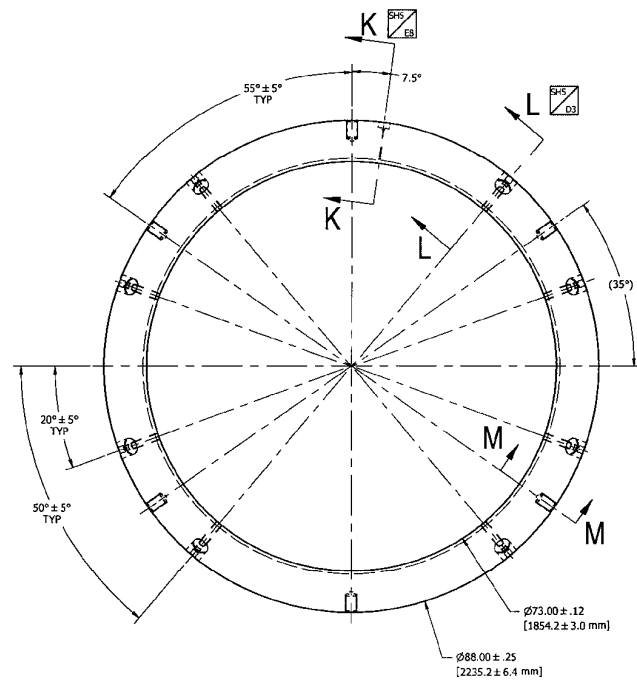
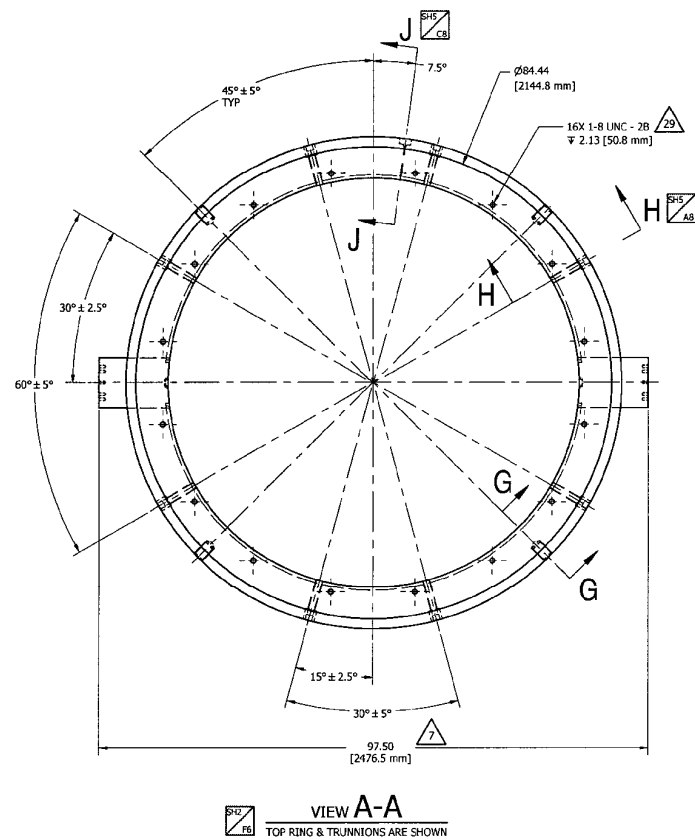
	2	46	IMPACT LIMITER LUG	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		1/2 [13 mm] PLATE	8	TFR-001
	2	47	TIE DOWN LUG	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		1 1/2 [38 mm] PLATE	8	TFR-001
1		46	TIE DOWN LUG BASE	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		3/4 [19 mm] PLATE	8	TFR-001
		4	TIE DOWN LUG WELDMENT			630075-060-92	---	---	---
		44	NAME PLATE	ST. STL.	COML		11 - 16 GAUGE SHEET	NQ	TFR-004
	16	43	RETAINING RING BOLT	HIGH ALLOY STEEL	ASTM A193 Gr. B8		1-8 UNC-2A X 3 [75 mm] LG, HEX HEAD	8	TFR-001
	1	42	RETAINING RING	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		1 [25 mm] PLATE	8	TFR-001
	1	41	BAR, TOP PORT	304 ST. STL.	ASTM A240		2 [50 mm] DIA. BAR	NQ	TFR-004
	1	40	TUBE, TOP PORT	ST. STL.	COML		SEE NOTE 36	NQ	TFR-004
	8	39	TOP FILL/DRAIN LINE			630075-060-93	---	---	---
		38	(NOT USED)						
	4	37	DOWEL PIN	ST. STL.	COML		5/8 [16 mm] DIA. X 2 [50 mm] LG.	NQ	TFR-004
		36	(NOT USED)						
		35	THREADED PLUG	LOW ALLOY STEEL	A36		2 [50 mm] DIA. BAR	NQ	TFR-004
		34	BOTTOM RING	LOW ALLOY STEEL	ASTM A516, GR. 70		PLATE	8	TFR-001
		33	BOTTOM FILL/DRAIN LINE			630075-060-94			
	1	32	BAR, BOTTOM PORT	304 ST. STL.	ASTM A240		3 [75 mm] DIA. BAR	NQ	TFR-004
	1	31	TUBE, BOTTOM PORT	ST. STL.	COML		SEE NOTE 36	NQ	TFR-004
		A/R	A/R	30	WEAR STRIP		20 GAUGE SHEET/STRIP	NQ	TFR-004
				29	(NOT USED)				
				28	(NOT USED)				
				27	(NOT USED)				
				26	(NOT USED)				
				25	(NOT USED)				
				24	(NOT USED)				
				23	(NOT USED)				
	2	22	DISINFECTANT SEAL	EPDM/NEVILAR	COML		SEAL-MASTER 10-7061 G-1-6	NQ	TFR-004
		21	(NOT USED)						
	4	20	LOCK PIN	ST. STL.	COML		SEE NOTE 9	NQ	TFR-004
	4	19	DOOR TAB	CARBON STEEL	ASTM A36		1/2 [13 mm] PLATE/BAR	NQ	TFR-004
		18	(NOT USED)						
		17	(NOT USED)						
	1	16	SHIELD DOOR B			630075-060-97	---	---	---
		15	SHIELD DOOR A			630075-060-98	---	---	---
		1	14	CONNECTOR	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588	2 [50 mm] PLATE	NQ	TFR-004
		1	13	DOOR PLATE B	LOW ALLOY STEEL	ASTM A350 LF2	FORGING	8	TFR-001
		1	12	DOOR PLATE A	LOW ALLOY STEEL	ASTM A350 LF2	FORGING	8	TFR-001
		2	11	WIPPLE	ST. STL.	COML	SNAP-TITE #50HWH-444	NQ	TFR-004
	A/R	9	NEUTRON SHIELD	HS-4-FR	COML		6/8-13 UNC-2A X 1 [25 mm] LG FLAT HEAD	8	TFR-002
	A/R	8	GAMMA SHIELD BRICK	LEAD	ASTM B29		CHEMICAL COPPER GRADE	8	TFR-003
	2	7	TRUNNION CAP	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		5/8 [10 mm] BAR	NQ	TFR-004
	2	6	DOOR RAIL	LOW ALLOY STEEL	ASTM A350 LF2		FORGING	8	TFR-001
	2	5	TRUNNION	LOW ALLOY STEEL	ASTM A350 LF2		FORGING	8	TFR-001
	1	4	TOP RING	LOW ALLOY STEEL	ASTM A516, GR. 70		PLATE	8	TFR-001
	1	3	BOTTOM ASSEMBLY			630075-060-95	---	---	---
	1	2	OUTER SHELL	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		1 1/4 [32 mm] PLATE	8	TFR-001
	1	1	INNER SHELL	LOW ALLOY STEEL	ASTM A588		3/4 [19 mm] PLATE	8	TFR-001
67	93	94	95	96	97	98	99	ITEM	
								NAME	MATERIAL
								SPEC	DRAWING NO.
								DESCRIPTION	QTY
								QTY	QTY

630075-060-2-1/8 傳送護箱總圖之一

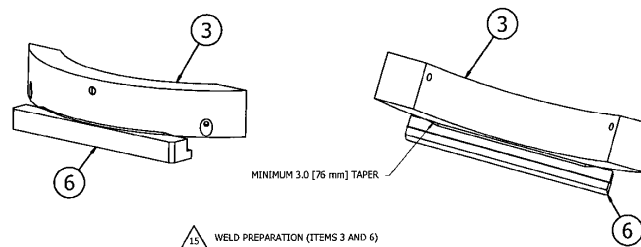
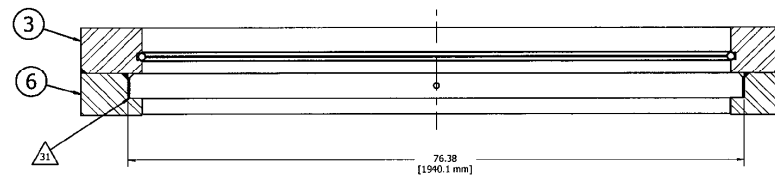
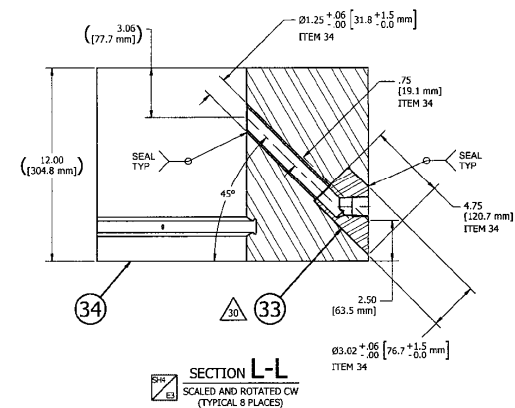
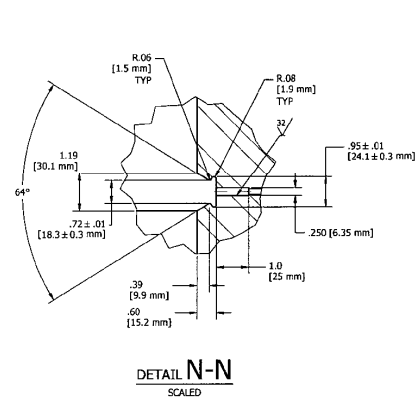
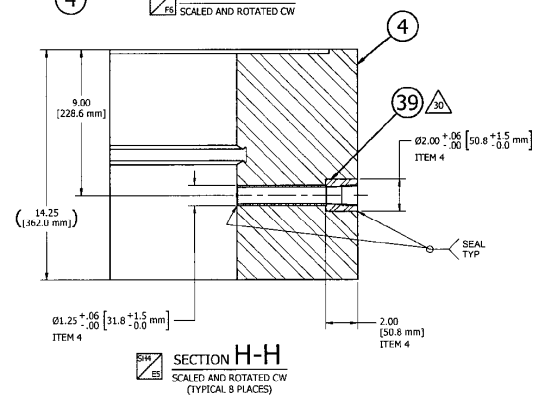
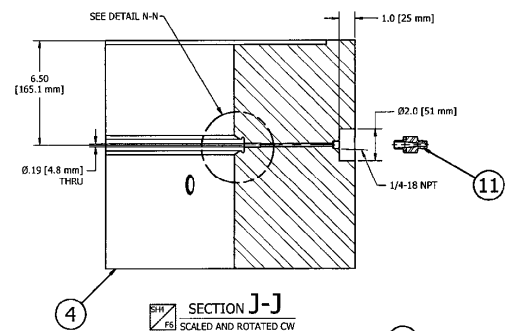
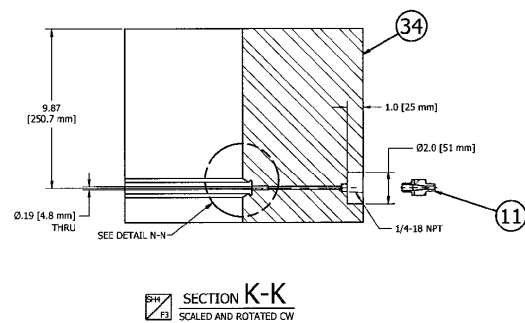


630075-060-2-2/8 傳送護箱總圖之二

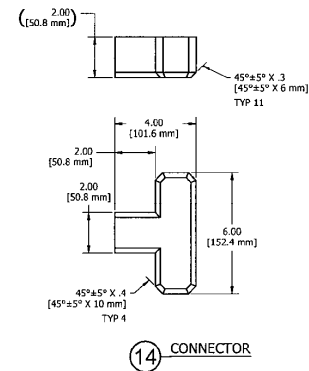
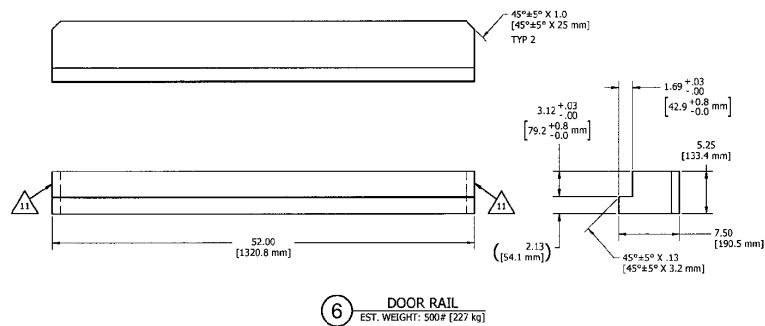
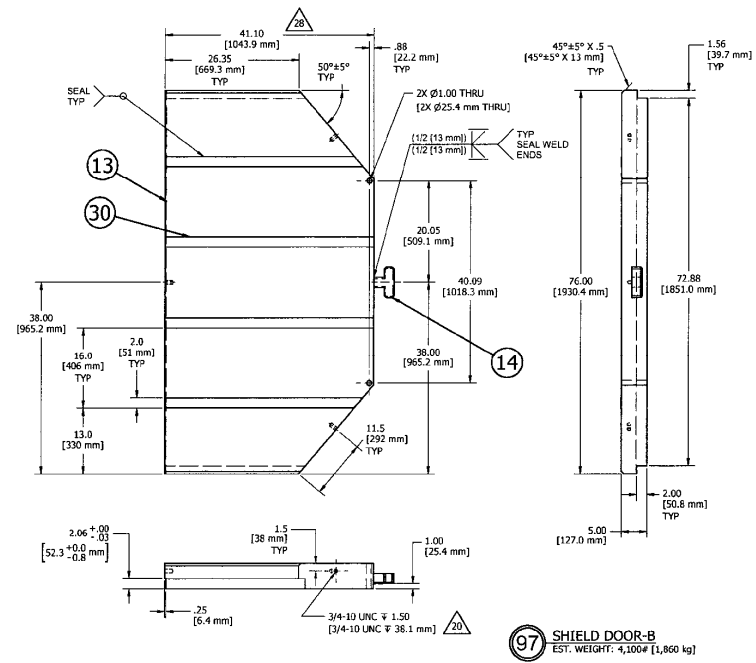
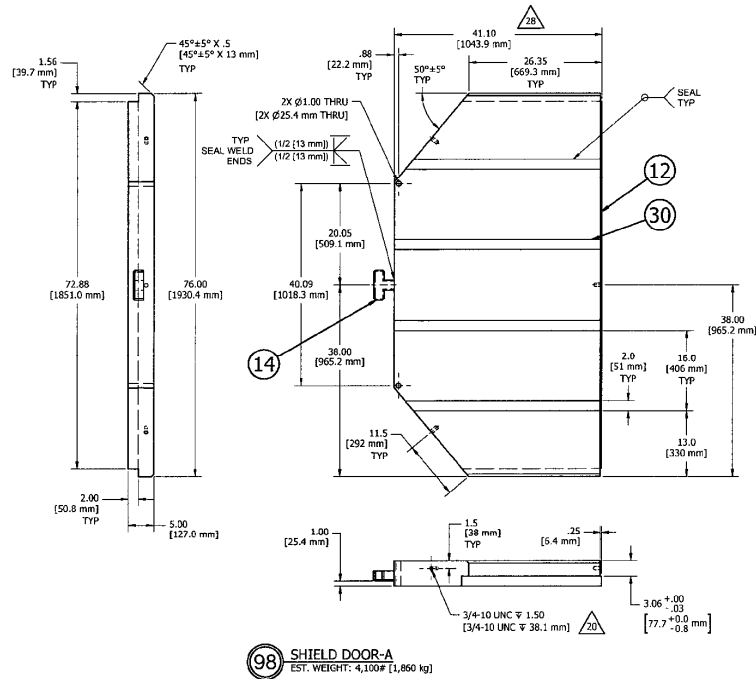




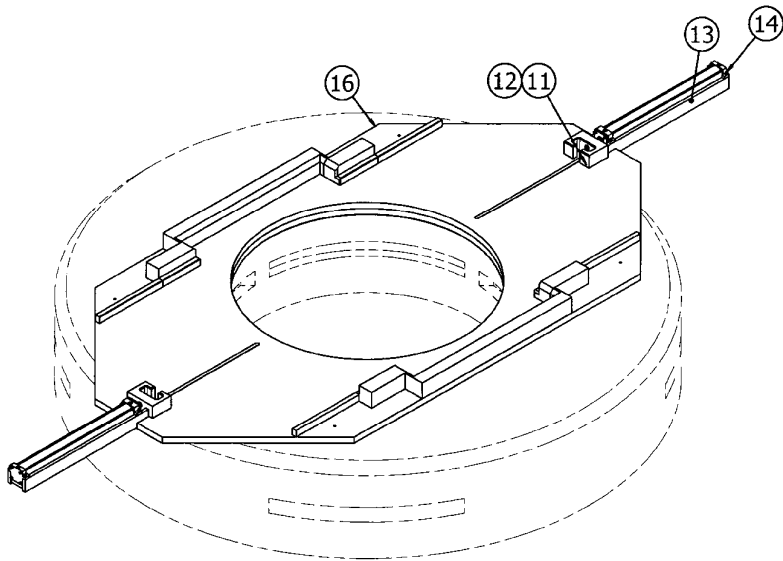
630075-060-2-4/8 上環與下環組件



630075-060-2-5/8 門軌與密封環



630075-060-2-6/8 屏蔽門組件



99 TRANSFER ADAPTER
EST. WEIGHT: 8,450# [3,946 Kg]

5. VISUALLY INSPECT (VT) ALL WELDS.

① 4. REMOVE ANY OIL AND/OR GREASE FROM ALL CARBON STEEL SURFACES IN ACCORDANCE WITH SSPC-SP 1. COMMERCIAL BLAST CLEAN PER SSPC-SP 10. APPLY CARBOLINE CARBOGUARD 890N OR KEELER & LONG KLE-SERIES EPOXY ENAMEL COATING PER MANUFACTURER'S APPLICATION INSTRUCTIONS.

3. ALL WELDING PROCEDURES AND QUALIFICATIONS TO BE IN ACCORDANCE WITH AWS D1.1 OR ASME SECTION IX.

② ITEM MAY BE FABRICATED FROM MULTIPLE PIECES. ALL SEAMS MUST BE SEAL WELDED AT ASSEMBLY.

① SEAL WELD ALL OPEN SEAMS. SIZE AND GEOMETRY IS OPTIONAL. SEAL WELDS LOCATED ON SURFACES THAT INTERFACE WITH THE TRANSFER CASK SHALL BE FLUSH. LOCAL GRINDING ALLOWED.

NOTES:

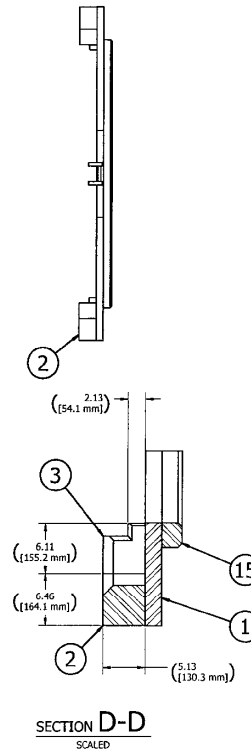
⑧ QCA DEFINED IN DOC. No. 91150-Q-01.

⑦ TWO OF ITEM 3 MUST BE MIRROR IMAGE OF THE OTHER TWO.

6. (NOT USED)

NO.	QTY	ITEM	NAME	MATERIAL	SPEC.	DRAWING NO.	DESCRIPTION	QTY CAT	QCA ID
	1	16	BASE WELDMENT			630075-058-08			
	1	15	GUIDE RING	CARBON STEEL	ASTM A36		BAR/PLATE	NQ	TAA-001
	8	14	CYLINDER BOLT	ST. STL.	COML		1/2-13 UNC-3A X 2 [50 mm] LG. SHCS	NQ	TAA-001
	2	13	CYLINDER	STEEL	COML		PARKER #4"-E3LU19A-40"	NQ	TAA-001
	2	12	CONNECTOR ASSEMBLY			630075-058-97	---	---	
	2	11	CONNECTOR BODY BOLT	ST. STL.	COML		1-14 UNS-1A X 3.5 SHCS	NQ	TAA-001
4		10	WEAR PAD BOLT	ST. STL.	COML		1/2-13 UNC-3A X 1 SHCS	NQ	TAA-001
4		9	WEAR PAD	BEARING BRONZE			1 1/4 [32 mm] DIA. BAR	NQ	TAA-001
1		8	GUIDE PIN	CARBON STEEL	ASTM A36		1 [25 mm] DIA. BAR	NQ	TAA-001
2		7	CONNECTOR BODY	CARBON STEEL	ASTM A36		PLATE/BAR	NQ	TAA-001
4		6	SUPPORT GUSSET	CARBON STEEL	ASTM A36		1 [25 mm] SQUARE BAR	NQ	TAA-001
4		5	SUPPORT	CARBON STEEL	ASTM A36		1 [25 mm] PLATE	NQ	TAA-001
4		4	DOOR RAIL	CARBON STEEL	ASTM A36		PLATE/BAR	NQ	TAA-001
4		3	DOOR RAIL BLOCK	CARBON STEEL	ASTM A36		PLATE/BAR	NQ	TAA-001
2		2	SIDE SHIELD	CARBON STEEL	ASTM A36		PLATE/BAR	NQ	TAA-001
1		1	BASE PLATE	CARBON STEEL	ASTM A36		2 [50 mm] PLATE	NQ	TAA-001

630075-058-1-1/3 銜接器總圖之一



10102