

第 05821 章

盤式支承

1. 通則

1.1 本章概要

說明盤式支承之材料、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

包括盤式支承之準備工作、安裝、現場品質管制及許可差等相關工作。

1.3 相關章節

1.3.1 第 03601 章--無收縮水泥砂漿

1.3.2 第 05081 章--熱浸鍍鋅處理

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

(1) CNS 8499 G3164 冷軋不銹鋼鋼板、鋼片及鋼帶

(2) CNS 10007 H3116 鋼鐵之熱浸法鍍鋅

1.4.2 美國州公路及運輸協會 (AASHTO)

AASHTO 公路橋梁標準規範 2002 年版

1.4.3 美國材料試驗協會 (ASTM)

(1) ASTM A240 不銹鋼鋼板

(2) ASTM A490 高強度螺栓

(3) ASTM A572 加鋇釩高強度低合金結構鋼

(4) ASTM A709 橋梁結構用鋼

(5) ASTM B36M 黃銅板、黃銅片、黃銅條及黃銅棒規範

(6) ASTM D1457 PTFE 之成形及擠壓材料規範

1.4.4 美國鋼結構油漆協會 (SSPC)

(1) SSPC-SP-5(噴砂除銹)

(2) SSPC-SP-10(噴砂除銹)

1.4.5 瑞典腐蝕協會 (SIS)

- (1) SIS Sa 3(噴砂除銹)
- (2) SIS Sa 2 1/2 (噴砂除銹)

1.5 定義

1.5.1 本章所列公式之符號除另有定義外，其意義如下

- (1) D：底座 (Base) 內徑
- (2) d：橡膠板 (Elastomer) 直徑
- (3) D_0 ：底座外徑
- (4) E_d ：鋼材之彈性模數
- (5) f_u ：鋼材之極限強度
- (6) f_y ：鋼材之降伏強度
- (7) H：底盤側壁 (Ring) 高度
- (8) N_{sd} ：設計垂直載重
- (9) R：與底盤 (Pot) 內面接觸之活塞盤 (Piston) 側向垂直曲面半徑
- (10) T：底座厚度
- (11) t：橡膠板厚度
- (12) $V_{e, sd}$ ：橡膠板側壓力
- (13) $V_{Fxy, sd}$ ：設計水平載重
- (14) w：底盤內面與活塞盤之側向接觸面高度
- (15) ϕ_d ：設計轉角， $\phi_d = \phi_1 + \phi_2$
- (16) ϕ_1 ：因設計靜載重、預力、乾縮及潛變等永久作用所致之轉角
- (17) ϕ_2 ：因設計活載重、衝擊、環境載重(溫度、風力等)等變異作用所致之轉角

1.6 資料送審

承包商應於下列各階段提報相關文件送請工程司核可後始可進行次一階段之作業。

1.6.1 訂約後

- (1) 產品技術文件 (含製造廠名稱及地址、產品編號或型號、產品功能

及規格、構造示意圖等)。

- (2) 品質計畫。
- (3) 產品安裝技術文件。
- (4) 製造廠派赴工地指導承包商辦理安裝作業之技術人員資歷文件。

1.6.2 製造生產前

設計計算書、施工製造詳圖、施工計畫(含安裝計畫)等應經工程司核可後始得據以進行製造生產作業。

1.6.3 進場時

- (1) 製造廠出具之產品出廠證明文件。
- (2) 依品質計畫辦理之各項材料及成品試驗報告。
- (3) 若為進口貨，除契約另有約定外，依01330章「資料送審」之規定辦理。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 材料規格應符合下列規定或經工程司核可之同等品，其中第(1)~(8)項應提報其檢驗報告或證明文件

(1) 鋼板：下列各組件(如契約圖說所示)應符合ASTM A709或ASTM A572規定。

- A. 上錨定板(Upper Anchor Plate)
- B. 頂部滑動承壓板(Top Plate)
- C. 活塞盤
- D. 底盤
- E. 下錨定板(Lower Anchor Plate)

(2) 鋼材外露部分之防蝕處理規定如下

- A. 鋼板：應採下列兩方式之一。
 - a. 油漆(Paint)：噴砂處理應為美國鋼結構油漆協會基準

SSPC-SP-10級以上或瑞典SIS規格Sa 2 1/2 級以上，表面粗度應在25 μm~75 μm之間，第一道噴無機鋅粉底漆膜厚80 μm以上，另加二道面漆，該三道漆之總膜厚為160 μm以上。

b. 金屬熔射 (Metal Spray)：噴砂處理於噴鋁及噴鋅時分別為Sa 3(或SSPC-SP-5)及Sa 2 1/2 (或SSPC-SP-10)以上，膜厚則為160 μm以上。

B. 螺栓：除ASTM A490規格者之處理方式應另報准外，餘均依CNS 10007規定做熱浸鍍鋅處理。

C. 下列表面不得防蝕處理

a. 底盤內面

b. 活塞盤與底盤、橡膠板之接觸面

(3) 橡膠板

A. 應符合AASHTO 公路橋梁標準規範施工篇第18.4節所訂天然橡膠或人造橡膠規定。

B. 助滑油脂 (Lubricant)：橡膠板與其上下之活塞盤及底盤間之接觸面均應塗助滑油脂以利支承旋轉，該材料須耐久，且不得損害橡膠板與其他組件，承包商應於盤式支承製造生產前提報所採助滑油脂之下列性質之檢驗及需求標準、出廠檢驗報告等。

a. 滲透率 (Worked Penetration)

b. 滴點 (Dropping Point)

c. 油分離率 (Oil Separation after 24 h at 100°C)

d. 抗氧化之壓力降 (Oxidation Resistance Pressure Drop after 100 h at 160°C)

e. 澆灌點 (Pour-Point of Base Oil)

(4) 密封環 (Sealing Rings)

A. 應為黃銅 (Brass) 製及矩形斷面，其材質應符合ASTM B36M之Half-hard之規定

B. 細部尺度及組成封環件數應符合表05821-1規定，若其斷面尺度採10 mm×2 mm以上者可於徑向內徑設置7 mm深、0.5 mm寬、等間隔5

mm之開槽 (Slit) 以利彎曲，否則不得設置開槽。

表05821-1 密封環之細部尺度(mm)及組成封環件數

底座內徑D	密封環最小斷面	密封環組成件數
$D < 330$	6×1.5	2
$330 \leq D < 715$	10×1.5	2
$715 \leq D < 1500$	10×1.5	3
$D \geq 1500$	10×2	3

C. 密封環構件之開口端點間距不得大於0.5 mm，且各開口端點沿周長方向應等角度分佈。

(5) 聚四氟乙烯 (Polytetrafluorethylene，以下簡稱PTFE) 板

A. 應為純PTFE製成，不得添加其他材料，成品材質依ASTM D1457試驗結果應符合下列規定：

- a. 密度：2140~2200 kg/m³
- b. 張力強度：290~400 kgf/cm²
- c. 拉斷伸長率：300%以上

B. PTFE滑動面應為設有孔洞型式。

C. PTFE滑動面應塗與塗於橡膠板者相同之助滑油脂以降低摩擦係數及PTFE之磨損。

(6) 不銹鋼板

A. 材質應符合CNS 8499之Type 316或316L規定。

B. 厚度依與鋼板接合方式規定如下

- a. 連續銲接或全面黏結：1.5 mm以上
- b. 部分銲接或螺栓固定：2.5 mm以上

C. 滑動表面應經研磨 (Ground) 並視需要以機械刨光 (Machine Polished)，處理後之表面粗糙度應小於0.508 μm。

(7) 單向活動支承之導板 (Guide Bar) 於滑動面所設低摩擦係數材料應為下列三層組成之複合材料 (Composite Material)，承包商應於製造生產前提報所採材料之產品說明書 (註明所採型式)、樣品、成分、容許應力及設計檢核規範、出廠檢驗報告等。

- A. 以合金為底層。
- B. 其上以青銅 (Bronze) 及錫等合金燒結成多孔之介質 (Matrix)。
- C. 再將PTFE、鉛之混合物填充於孔內及被覆於表面。

(8) 盤式支承其他使用之材料 (如錨定桿件等) 應符合AASHTO 公路橋梁標準規範施工篇第18章之規定。

(9) 安裝盤式支承所用「無收縮水泥砂漿」應依第03601章規定辦理。

2.2 設計與製造

2.2.1 盤式支承之系統應經工程司核可，並應依契約圖說之支承载重表所示載重、抗拉拔裝置設計拉拔力、移動量、設計轉角等資料及本章所訂材質規定與設計要求等進行細部設計。

2.2.2 盤式支承各部構件之設計應符合下列規定，且於常時採工作應力法，地震時採強度設計法，其中容許應力及設計強度除另有規定外均應依AASHTO 公路橋梁標準規範規定辦理

(1) 盤式支承之設計轉角 ϕ_d 除契約圖說另有規定外，應為0.015rad以上。

(2) 底盤內面與活塞盤之側向接觸面

A. 接觸面垂直斷面形狀：依其高度 w 而定。

a. $w \leq 15$ mm：平面。

b. $w > 15$ mm：曲面，且其曲率半徑 $R \geq 0.5 \times D$ 或 250 mm。

B. 接觸面側向壓力 (採強度設計法) 依其垂直斷面形狀規定

a. 平面：
$$\frac{1.5 \times V_{Fxy, Sd}}{D \times w} \leq 0.9 \times f_y$$

b. 曲面：
$$\sqrt{\frac{V_{Fxy, Sd} \times E_d}{18.67 \times R \times D}} \leq 0.9 \times f_u$$

(3) 底盤

A. 底盤應採整塊鋼板車製而成。

B. 底座厚度 $T \geq \frac{D}{50} \geq 12$ mm。

C. 底盤側壁高度 H 規定如下，另於設計轉角時底盤側壁頂部與活塞盤或頂部滑動承壓板底側之淨距應為5 mm以上。

$$H \geq t + 0.5 \times (w - b) + 0.5 \times \phi_d \times D + a_d$$

其中 $a_d = 0.01 \times D = 3 \sim 10$

b 依與底盤內面接觸之活塞盤側向垂直面形狀而定，若為平面

$$, b = w ; \text{若為曲面} , b = 3.04 \times \sqrt{\frac{1.5 \times V_{Fxy, Sd} \times R}{E_d \times D}} .$$

D. 底盤側壁及底座之容許應力（採強度設計法）如下

$$a. \text{ 底盤側壁：張應力} = \frac{V_{Sd}}{A_R} \leq 0.9 \times f_y$$

$$\text{剪應力} = \frac{2\sqrt{3} \times V_{Sd}'}{D_o - D} \leq 0.9 \times f_y$$

$$b. \text{ 底座：張應力} = \frac{V_{Sd}}{A_p} \leq 0.9 \times f_y$$

其中 $V_{Sd} = V_{Fxy, Sd} + V_{e, Sd}$

$$V_{Sd}' = \frac{V_{e, Sd} + 1.5 \times V_{Fxy, Sd}}{D}$$

$$V_{e, Sd} = \frac{4 \times N_{Sd} \times t}{\pi \times D}$$

$$A_R = (D_o - D) \times H$$

$$A_p = D_o \times T$$

E. 水平載重傳遞至側壁之應力分佈應考慮為半圓範圍之拋物曲線，最大應力應為平均應力之1.5倍。

(4) 活塞盤

A. 活塞盤與底盤側壁間之接觸面應檢核承壓應力。

B. 活塞盤若設置導板，則應檢核撓曲應力。

C. 活塞盤接觸底盤側壁部位若為平面，其角隅應如圖 2 所示修整為圓角（Break Edges）。

(5) 橡膠板

A. 最大設計容許承载力於常時為 250 kgf/cm^2 ，地震時則為 470 kgf/cm^2 。

B. 厚度 $t \geq \frac{d}{15}$ ，且因設計轉角產生之最大壓縮變形量 $\leq 0.15 \times t$ 。

(6) PTFE 最大設計容許承壓應力於常時之平均應力及外緣應力分別為 315 、 385 kgf/cm^2 ，地震時則為 600 kgf/cm^2 。

- (7) 單向活動支承之導板應檢核接觸面承壓應力及固定螺栓（或銲接）之相關應力，且於未使用狀況下滑動組件之間隙 $\leq(0.5 + L' / 1000)$ ，其中 L' 為導板上之複合材料長度；頂部滑動承壓板應檢核張應力及撓曲應力。
- (8) 與橋梁底部及墩柱頂部鋼筋混凝土墊連接之上、下錨定板（參契約圖說所示）之厚度 ≥ 19 mm，頂部滑動承壓板之厚度 $\geq 0.04 \times \sqrt{a_b^2 + b_b^2} \geq 10$ mm（ a_b 、 b_b 分別為其兩向之寬度）。
- (9) 支承錨定之設計所採摩擦力規定如下，且每一支承上下至少應各設 4 支 22 ϕ 之錨定桿件
- A. 常時：正向力採最小垂直載重，而鋼板與混凝土及鋼板與鋼板間之摩擦係數分別以 0.15、0.1 計。
- B. 地震時：摩擦係數以 0 計。
- (10) 螺栓及錨定桿之容許應力應符合交通部頒「公路橋梁設計規範」第 8.2.2 節及第 8.3.19 節規定。
- (11) 盤式支承之載重分別自橡膠板向下及活塞盤（或 PTFE）向上以 45° 之載重傳遞角（Load Dispersion Angle）計算，盤式支承與鋼筋混凝土墊接觸應力應計算因設計轉角所致偏心應力及因水平載重造成外緣應力增加之現象，其面積折減係數應依下列計算。

$$M_t = 0.2 \times \frac{d}{2} \times V_{Fxy, Sd} + M_e$$

$$e = \frac{M_t + V_{Fxy, Sd} \times \text{arm}}{N_{Sd}}$$

$$\alpha = 1 - \frac{0.75 \times \pi \times e}{\text{有效直徑}}$$

其中 M_t ：因設計轉角所致總彎矩

M_e ：橡膠板因設計轉角所致彎矩

e ：偏心距

α ：面積折減係數

arm：彎矩計算之力臂（Moment Arm）。

- (12) 混凝土容許承壓應力應符合交通部頒「公路橋梁設計規範」第 6.2.2 及第 6.3.7 規定。

(13) 抗拉拔支承應檢核錨定構件之抗拉拔力。

- 2.2.4 活動支承之頂部滑動板與活塞盤間須附有 PTFE 滑動板及不銹鋼板以減少摩擦，PTFE 板與不銹鋼板接觸面之摩擦係數 $\mu < 0.03$ 。
- 2.2.5 所有支承均須裝設密封包覆式之防塵裝置以防粉塵、碎屑及溼氣等侵入，承包商應於施工製造圖說註明其材質及尺度（用於活動型者應考慮其滑動量）等設置細節。
- 2.2.6 為便於抽換、維修及重裝等作業，盤式支承應以螺栓鎖固於上、下錨定板，錨定之設計應可於頂高上部結構不超過 10 mm 而抽換盤式支承，承包商應將其辦理細節詳註於施工製造圖說中。
- 2.2.7 活動型支承均須裝設滑動尺指標 (Slide Sheet)，其樣式應與契約圖說所示相似並規定如下
- (1) 數字刻度以 5 cm 為原則，並應標示移動量界限。
 - (2) 指標之顏色應採油漆或噴漆，不得採貼紙或其他方式替代。
 - (3) 安裝位置依下列原則
 - A. 非橋面伸縮縫之橋墩處應分別面向行車方向之兩側，以利自橋下觀測。
 - B. 設橋面伸縮縫之橋墩及橋台處應面向行車方向之右側，以利自橋下或由上部結構人孔至支承處觀測。
 - (4) 字體：10 mm 寬×12 mm 高，線條粗度 1.5 mm。
- 2.2.8 活動型盤式支承若配置抗拉拔裝置，其設計應不得妨礙支承之活動性。
- 2.2.9 盤式支承應成套包裝並標示其製造廠名稱、製造地點與時間、號碼、型式、最大垂直與水平設計載重、移動量、轉角、欲安裝位置及方向等，且盤式支承安裝完成後除前述之後兩項外，其餘應標示於尺度及位置均明顯之銘牌以利判讀，由製造廠運至工地應妥為安置，除非供工程司查驗，否則不可讓其分離。

3. 施工

3.1 準備工作

承包商應妥為考慮採購、製造、送審、試驗及檢驗、運輸等相關作業所需時程。

3.2 安裝

3.2.1 盤式支承安裝時應由製造廠指派經驗豐富之技術人員（其曾實際指導安裝之橋梁工程內容、施工時程、盤式支承型式、載重及數量等經歷應提報工程司備查）赴工地指導承包商辦理。

3.2.2 盤式支承安裝之注意事項如下

- (1) 契約圖說所示橋墩(台)頂部高程、調坡塊及鋼筋混凝土墊尺度除後兩者之高度應符合契約圖說規定外，餘均應配合所採盤式支承尺度調整，鋼筋混凝土墊之鋼筋配置並應配合盤式支承之錨定構件調整，前述各部分之施工製造圖應報請工程司核可後始得澆置橋墩(台)最後升層之混凝土。
- (2) 應審慎考量研析施預力之實際值及當時與安裝時之混凝土材齡、乾縮、潛變、安裝時之溫度及地震等因素，俾依契約圖說所示調整活動型盤式支承安裝時之前置量 (Preset)，其計算書並應報請工程司核可後始可施工。
- (3) 安裝位置之鋼筋混凝土墊表面應於澆置時以鋼尺 (Steel Float) 一次整平並預留錨定榫槽孔，不得於事後再以砂漿補平 (Plastering)，安裝前則應將混凝土面鑿除而使粗粒料露出呈堅固之不規則面。
- (4) 安裝之位置、高程及方向等應準確，預留錨定榫槽及下錨定板與下部結構間之空隙應以無收縮性水泥砂漿 ($f'c=350 \text{ kgf/cm}^2$) 灌滿。
- (5) 活動型盤式支承製造時用以臨時固定頂部滑動承壓板之螺栓應於下列時機拆除。
 - A. 盤式支承安裝後。
 - B. 上部結構施預力前（若用於預力混凝土橋）。

3.3 檢驗

3.3.1 除契約另有約定外，各項材料及施工之檢驗項目如下表：

名稱	檢驗項目	檢驗方法	規範之要求	頻率
盤式 支承	載重試驗 (Proof Load Test)	契約圖說、AASHTO 公路橋梁標準規範施工篇第 18.7 規定	支承於承受設計轉角且不小於 0.02 rad 下，施加 150% 常時設計載重並歷時 1 小時，試驗中及試驗後拆解檢視，鋼板、PTFE 板應無受損，且橡膠板無裂縫及遭擠出。	依固定型或活動型（不分單、雙向）分別檢驗，依設計數量在 25 個以下抽驗 1 個，75 個以下抽驗 2 個，超出 75 個時每增加 75 個抽驗 1 個（增加未達 75 個時仍抽驗 1 個）。
	滑動摩擦係數 (Sliding Coefficient of Friction)		對於活動型支承，先施加設計載重 12 小時，再於 2.54 cm/min 之滑動速度下所測得第 1、5、50 循環之滑動摩擦係數應不大於 3%，且各組件於試驗中及試驗後無損壞。	
	橡膠板	厚度許可差	契約圖說、AASHTO 公路橋梁標準規範施工篇第 18.5	0~2.5 (d ≤ 750) mm $0 \sim \frac{d}{300}$ (d > 750) mm
直徑許可差			在未承載狀況下橡膠板與底盤間之徑向間隙 ≤ $\frac{d}{500}$ 或 1 (二者取其大值) mm。	

名稱	檢驗項目	檢驗方法	規範之要求	頻率	
	導板若以螺栓固定，其螺栓孔之位置偏差		螺栓孔之位置偏差 ≤ 1 mm		
	底盤與活塞盤間之徑向間隙		底盤與活塞盤間之徑向間隙 ≤ 1 mm		
	表面粗糙度		底盤側壁與相鄰之橡膠板及與活塞盤之金屬接觸面		底盤側壁與相鄰之橡膠板及與活塞盤之金屬接觸面： $\leq 6.3\mu\text{m}$
			橡膠板與其上、下之活塞盤及底盤底部之各水平金屬接觸面		橡膠板與其上、下之活塞盤及底盤底部之各水平金屬接觸面： $\leq 25\mu\text{m}$
	盤式支承與結構接觸面之安裝斜度偏差		契約圖說、AASHTO 公路橋梁標準規範施工篇第 18.5		± 0.003 rad

3.3.2 樣本中若有一個不合格，則該樣本所代表之受檢數量均視為不合格並應即運離工地，複檢抽樣數提高為 2 倍。

3.4 其餘未規定事項應依交通部頒佈之「公路橋梁設計規範」或 AASHTO 公路橋梁標準規範規定辦理。

4. 計量與計價

4.1 計量

本章工作以「個」計量。

4.2 計價

本章工作依契約詳細價目表所列項目單價計價，該項單價已包括所需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸、盤式支承本體（含錨定螺栓及上、下錨定板）、無收縮水泥砂漿、進場前依品質計畫辦理之各項材料與成品之檢驗及試驗暨製造廠指派技術人員赴工地指導承包商辦理安裝作業及其他為完成本項工作所必需之費用在內。

〈本章結束〉