

桁架式鋼支堡簡介

在隧道開挖中以噴凝土施工支撐為一有效且經濟之施工方式，而桁架式之鋼支堡系統即是伴隨噴凝土施工要求上所發展出來之最佳支撐構件。桁架式鋼支堡為一經長期嚴格測試及使用後被證明為最佳之桁架式鋼支堡，使用桁架式鋼支堡與噴凝土共構可形成一完整密實之結構支撐體，並可避免噴凝土施作時空洞或裂縫現象之產生。桁架式鋼支堡為全世界最主要的桁架式鋼支堡系統，通常皆使用在講求高品質，高可靠度及高安全性之隧道工程。



桁架式鋼支堡之優勢

- ★立即岩體支撐
- ★可當次輪輪進時之導引
- ★輕質高強度之結構
- ★可適用任何隧道開挖斷面
- ★完整密實結構體
- ★無裂縫或空洞
- ★不透水性
- ★通過依 DIN4099 之測試



H. U 型鋼支堡與桁架式鋼支堡之比較

比較項目	H. U 型鋼支堡	桁架式鋼之堡
支撐特性	<ol style="list-style-type: none">1、較適與鋼矢板所組成之支堡及不噴噴土之鋼支撐。2、傳統新奧工法之支撐構建。	<ol style="list-style-type: none">1、較適與噴凝土結合之支堡。2、現代隧道採用較多，尤其以新奧工法幾乎全部採用，已形成支撐構件主流。
水密性	<ol style="list-style-type: none">1、施作噴凝土時易產生死角及盲點無法全部噴著填滿，水密性差。	<ol style="list-style-type: none">1、與噴凝土有良好之握裹，水密性佳。
與噴凝土結合之握裹	<ol style="list-style-type: none">1、容易產生噴凝土施作時之死角無法完全握裹，故無法形成一完整之 RC 襯砌，噴凝土 RC 之支撐效果無法完全發揮。2、噴凝土回彈力大，噴凝土之損耗量大。	<ol style="list-style-type: none">1、與噴凝土結合使用，幾乎可與岩壁完全緊密結合之握裹，因而形成一個完整之 RC 襯砌，隧道外部襯砌之品質相對的提高，進而提高岩壁之支承力2、噴凝土之損耗量小。
延展性	<ol style="list-style-type: none">1、較為剛性，無法容許某些程度之變形。	<ol style="list-style-type: none">1、具延展性，可容許一定程度之變型而仍可保持岩體壓力分佈之穩定。
施工特性	<ol style="list-style-type: none">1、重量重，組裝不易，費時，費力，支撐時機再某些情況下不易掌握。2、無法與岩栓結為一體。3、在地質條件較差，頂拱需特別保護之隧道施工，無法與先撐鋼棒結為一體。	<ol style="list-style-type: none">1、重量較輕，組裝容易，省時，安全，省人工，施工性佳，可迅速完成支堡架設，容易掌握支撐時機，一方面可加快隧道施工輪進速度，縮短工期，另一方面可使岩體維持適當之三軸壓力狀態，減小隧道之破壞區範圍。2、岩栓可穿過支堡空隙，故可與支堡結為一體，增強岩體支承力。3、先撐鋼棒之施作可穿過支堡空隙，且支堡可當作前撐鋼棒之支承，壓力可直接傳遞至支堡形成閉力，可確保頂拱區域之穩定。4、因隧道開挖後可立即支撐，除可作為初期支撐功能，亦可作為開挖輪進之前導功能，可避免不當之超挖，故節省因不當超挖所產生之成本。
經濟性	傳統型鋼從單項材料單價乍看之下價格較低廉，惟整體隧道從施工期間之效率，成本、安全性以至完工後之營運維修及壽年成本若以價值工程研析則桁架式鋼支堡之經濟性較佳。	

材質規範

桁架式鋼支堡，係以三支或四支鋼筋與不同設計之中央連接加勁鋼筋構成，構成件包括：主鋼筋、副鋼筋、中央連接筋、接合角鋼、接合端板、繫桿座、螺栓、螺帽、插銷座、插銷片、繫桿等配件所構成。

各材料品質則依下列規範或依業主設計，進行生產製造：

主/副鋼筋：

光面鋼筋：ASTM A615/A615M-04a Gr. 75

竹節鋼筋：CNS 560 A2006 SD-420W (襯砌)

中央連接筋：

光面鋼筋：ASTM A615/A615M-04a Gr. 60

竹節鋼筋：CNS 560 A2006 SD-420W(襯砌)

接合角鋼：CNS 2473 G3039 SS400 或

CNS 2947 G3057 SM400

接合端板：CNS 2473 G3039 SS400 或

CNS 2947 G3057 SM400

繫桿座：六角無牙螺帽 ASTM A563

螺栓：CNS 4236 B2170 或 ASTM A307

螺帽：CNS 4236 B2170 或 ASTM A194/A194M 2H

繫桿：CNS 560 A2006 SD-420W

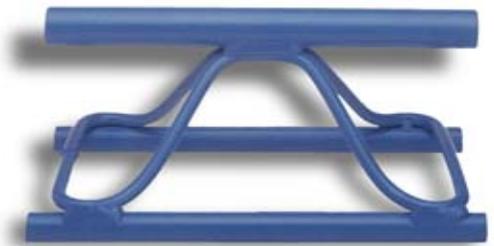
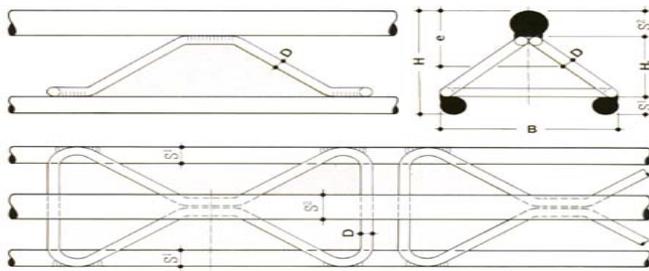
焊線：AWS 5.18-01 ER70S-G

★以上材質為本公司桁架式鋼支堡制式規範，實際生產可依工程規範進行變更。



三桿型 Pantex 桁架式鋼支堡

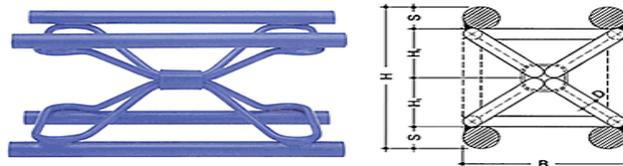
本型鋼支堡以三支圓棒鋼筋以中央連接加勁鋼筋連結所構成之桁架式鋼支堡。主鋼棒可依需求朝開挖面或朝隧道內側設置，鋼支堡亦可依開挖幾何斷面架設。而支堡的中央連接加勁鋼筋之設計可減少局部挫曲長度，可提供主鋼棒之正向抗力及抗彎強度，故即使在混凝土未施噴前或尚未硬化至其設計強度前仍能確保側向應力均勻的傳遞至桁架構系統上。



類型	Type	S1	S2	H	B	D	F	E	I _x	W _x	I _y	W _y	級數
X	50	18	26	94	100	10	10.40	4.82	138	28.6	89	17.8	9.64
	70	18	26	114	140	10	10.40	5.79	223	38.5	192	27.4	9.82
G100	50	20	30	100	100	10	13.35	5.03	193	38.4	106	21.2	11.96
	70	20	30	120	140	10	13.35	5.97	306	51.3	232	33.1	12.14
	70	22	32	124	140	10	15.64	6.31	375	59.4	272	38.9	13.92
	75	22	22	119	140	10	11.40	7.57	242	32.0	268	38.3	10.71
	95	18	26	139	180	10	10.40	7.01	359	51.2	337	37.4	10.21
	95	20	26	141	180	10	11.59	7.69	405	52.7	406	45.1	11.15
	95	20	30	145	180	10	13.35	7.14	485	67.9	407	45.2	12.53
	115	18	26	159	220	12	10.40	7.99	491	61.5	521	47.4	11.02
	115	20	30	165	220	12	13.35	8.09	658	81.3	634	57.6	13.34
	130	18	26	174	220	12	10.40	8.72	603	69.2	521	47.4	11.20
G125	70	26	34	130	140	10	19.70	7.09	501	70.7	356	50.9	17.12
	80	24	30	134	160	10	16.12	7.51	462	61.5	426	53.3	14.54
	95	22	32	149	180	10	15.64	7.35	589	80.1	482	53.6	14.31
	115	22	32	169	220	12	15.64	8.50	795	93.5	752	68.4	15.12
	130	22	32	184	220	12	15.64	9.23	971	105.2	752	68.4	15.12
G150	95	26	34	155	180	10	19.70	8.44	774	91.7	641	71.2	18.02
	115	26	34	175	220	12	19.70	9.52	1040	109.2	1010	91.8	18.32
	130	26	34	190	220	12	19.70	10.33	1264	122.4	1010	91.8	18.50

四桿型 Pantex 桁架式鋼支堡

本型鋼支堡以四支圓棒鋼筋以中央連接加勁鋼筋連結所構成之桁架式鋼支堡。鋼支堡可依開挖幾何斷面架設。而支堡的中央連接加勁鋼筋之設計可減少局部挫屈長度，可提高主鋼棒之正向抗力及抗彎強度，故即使在混凝土未施噴前或尚未硬化至其設計強度前仍能確保側向應力均勻的傳遞至桁架構系統上。



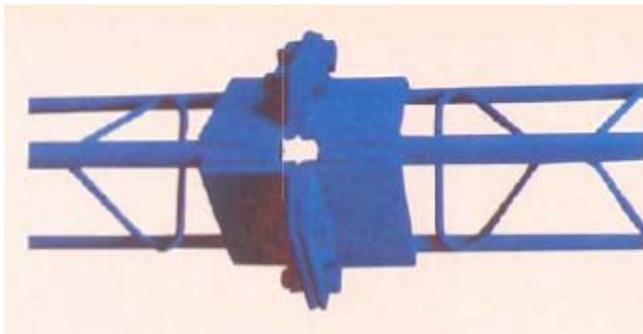
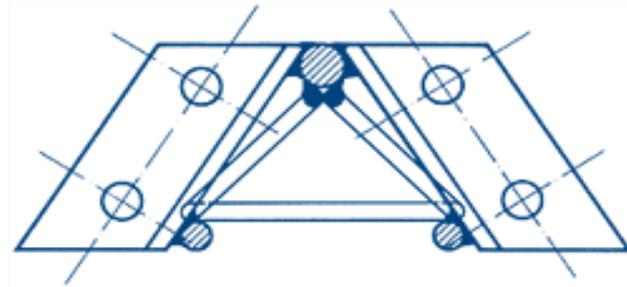
類型	Type	S1	H	B	D	F	Jx	Wx	Jy	Wy	級數
G100	100	18	136	100	10	10.18	356	52.4	173	34.6	11.09
	100	20	140	100	10	12.57	456	65.1	204	40.8	12.97
	140	18	176	140	10	10.18	637	72.4	381	54.4	11.45
	140	20	180	140	10	12.57	807	89.7	456	65.1	13.33
	190	18	226	180	10	10.18	1103	97.62	670	74.4	12.23
	230	18	266	220	12	10.18	1567	117.8	1040	94.5	13.85
G125	100	22	144	100	10	15.20	570	79.2	234	46.8	15.1
	130	24	178	140	10	18.10	1079	121.2	615	87.9	17.74
	140	22	184	140	10	15.20	1002	108.9	534	76.3	15.37
	190	20	230	180	10	12.57	1389	120.8	840	93.3	14.11
	190	22	234	180	10	15.20	1713	146.4	953	105.9	16.15
	230	20	270	220	12	12.57	1967	145.7	1399	127.2	15.73
	230	22	274	220	12	15.20	2420	176.7	1495	135.9	17.77
G150	100	25	150	130	10	19.63	774	103.3	549	84.4	18.56
	100	30	160	100	10	28.28	1210	151.3	302	60.4	25.29
	130	25	180	140	10	19.64	1187	131.9	657	93.9	18.94
	140	26	192	140	10	21.24	1472	153.3	699	99.6	20.13
	140	30	200	140	10	28.28	2059	205.9	871	124.4	25.65
	160	30	220	160	10	28.28	2568	233.5	1211	151.4	26.13
	190	26	242	180	10	21.24	2486	205.5	1268	140.9	20.91
	190	30	250	180	10	28.28	3437	275.0	1606	178.4	26.43
	190	32	254	180	10	32.17	3984	313.7	1782	198	29.47
	230	30	290	220	12	28.28	4795	330.7	2567	233.4	28.05
G200	150	32	214	140	12	32.17	2684	250.8	959	137	30.22
	190	34	258	180	10	36.32	4582	355.2	1962	217.9	32.75
	230	32	294	220	12	32.17	5541	376.9	2863	260.3	31.09
	230	34	298	220	12	36.32	6348	426.1	3162	287.4	34.37
	260	32	324	220	12	32.17	6876	424.5	2863	260.3	31.44
	260	34	328	220	12	36.32	7874	480.1	3167	287.9	34.72

以角鋼. 鋼板及螺栓續接桁架式鋼支堡

用以傳遞壓應力、剪力、彎曲力矩。

本勁性搭接可完全傳遞支堡之剪力、正向力(壓應力及拉應力)、彎曲力矩及側向力。

應用本系統可使在隧道開挖面前得以輕便及迅速之方式組裝支堡



桁架式鋼支堡與噴凝土共構之結構行為如同一完整密實之結構體，在設計上可依鋼筋混凝土設計理論加以考量。完成後之結果(如右圖)，顯示出一均質之混凝土結構體，桁架式鋼支堡完全被混凝土包覆而且無未固結區、空洞及裂縫。以樹脂灌漿測試結果顯示唯有桁架式鋼支堡與混凝土之交互作用可形成一完整可靠之混凝土結構體。





隧道洞口段桁架式鋼支堡施工(圖一)



隧道洞口段桁架式鋼支堡施工(圖二)



隧道內桁架式鋼支堡施工(圖三)



隧道內桁架式鋼支堡施工(圖四)



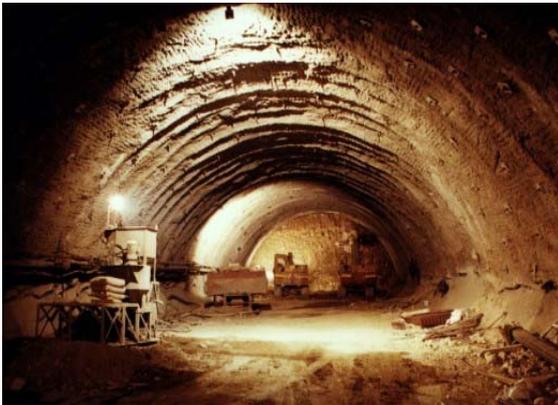
隧道內桁架式鋼支堡施工(圖五)



隧道內桁架式鋼支堡施工(圖六)



隧道內桁架式鋼支堡施工(圖七)



隧道內桁架式鋼支堡施工(圖八)



井式基礎支保放樣(圖九)



井式基礎支保安裝(圖十)



井式基礎支保安裝(圖十一)



井式基礎支保安裝(圖十二)



井式基礎鋼線網安裝(圖十三)



井式基礎支保安裝後噴漿(圖十四)



工廠內桁架式鋼支堡焊接情形(圖十五)



桁架式鋼支堡主、副鋼筋焊接成品(圖十六)



桁架式鋼支堡繫桿座焊接成品(圖十七)



桁架式鋼支堡加勁鋼筋焊接成品(圖十八)



桁架式鋼支堡接合端板焊接成品(圖十九)