名稱背後的材料密碼

S

結構鋼材 (Structural Steel)：
在歐洲標準（EN 10025-6）體系中，代表這是一種專為結構承載設計的工程結構鋼材，具備良好的可焊接性與韌性。

960

屈服強度 960兆帕 (Yield Strength 960 MPa)：
代表其屈服強度高達960兆帕（MPa），即每平方厘米的鋼材面積（約為一片大姆指指甲範圍）能承受的拉力達9.8噸（約一輛中型貨車的重量）。

Scan to view
English version

S960的效益

國家層面

標準輸出
研發領先全球的新標準，從「產品輸出」轉型為「標準輸出」

推動發展「新質生產力」
主動對接國家規劃，利用具高科技、高效能、高質量特徵的材料推動傳統產業升級轉型，以科技創新賦能綠色建造

提升話語權
由「標準跟隨者」蛻變為「引領者」，主導產業技術的未來發展方向

社會層面

可持續發展
減少建造耗材，碳排放大幅減少65%

提速提效
縮短3個月工期，加快北部都會區建設，全面落實「基建先行」的理念

改善社區容貌
纖巧的橋身設計配搭優美燈光，建構北部都會區的全新地標

工程層面

高效省成本
節省28%的建造成本

極致輕量
結構重量較傳統混凝土設計大幅減少高達 90%

少樁省地
橋墩由原本6條減至4條，大幅減少樁柱，顯著減少與地下公用設施的衝突

承重測試

本展覽展示的兩件箱型鋼柱試件的大小相同，採用S690鋼材的試件可承受639萬牛頓荷載（約兩架空載空中巴士A380客機的重量）。而採用S960鋼材的試件更可承受882萬牛頓荷載，比S690多出近四成，即可承受接近多一架A380客機！

Scan to view
English version

全球首座
S960超高強度鋼材行人天橋

S960超高強度鋼材具備高承載力與輕量化特性。作為北部都會區的前瞻創新嘗試，土木工程拓展署於粉嶺北新發展區項目內，將其率先應用於行人天橋工程。

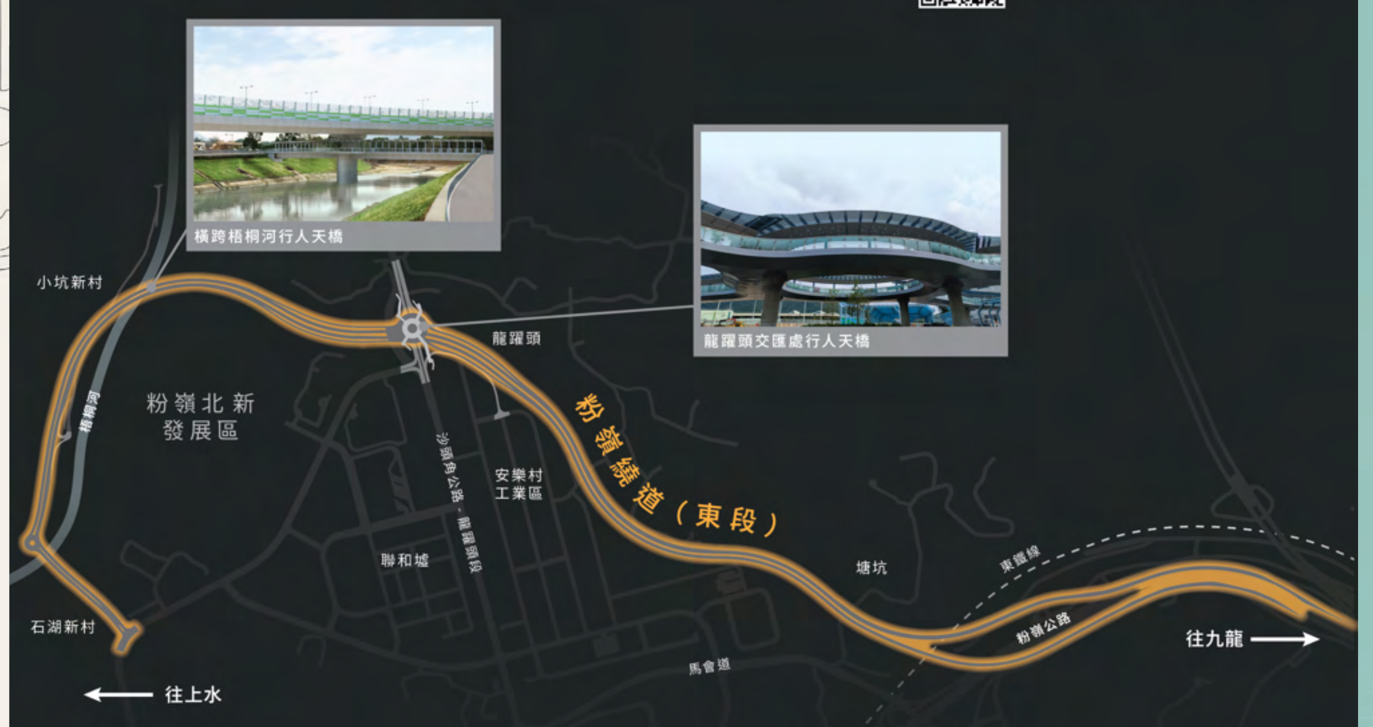
克服施工挑戰的創新突破

粉嶺繞道（東段）是北部都會區發展中首個落成的大型運輸基建項目。繞道連接粉嶺公路至粉嶺北新發展區，工程規模龐大，施工環境複雜。繞道走線橫跨已發展地區、鄉郊及現有道路網絡，工程期間須同時維持交通及社區運作、保護公共設施及附近建築物，施工安排具相當挑戰性。

為維持行人暢達度，繞道沿線設有兩條行人天橋，分別橫跨梧桐河連接粉嶺北新發展區與小坑新村，以及龍躍頭交匯處。

面對工期壓縮、現場環境狹窄等因素，工程團隊積極引入創新科技以提升建造效率和克服工程挑戰。在行人天橋建設中應用國產S960超高強鋼，大幅減輕橋身自重，減少地基工程規模，並利用場外預製件以提升生產力和安全，達致提速、提效。

Scan to view
English version



建造期間的挑戰

1 缺乏設計規範

現行國際鋼結構設計規範未涵蓋S960 鋼材。

解決方案：
香港理工大學團隊為是次應用編寫《S960超高強度鋼板樑結構設計技術指南》，並進行嚴格的實驗測試，獲清華大學專家認可，確保天橋結構百分百安全達標。

2 焊接難度高

超高強度鋼材對焊接技術要求極高，本地工人缺乏相關經驗。

解決方案：
香港理工大學團隊研發最佳熱輸入量範圍，配合團隊為本地焊工提供專門培訓，加上首度引進的機械臂工地現場焊接技術，確保焊接精準、安全、高效。

3 運輸艱巨

為減少現場施工，鋼結構模組於內地工廠預製，部分模組長達12米、最寬處達7.8米，超出了部分道路的標準寬度，為物流運輸帶來考驗。

解決方案：
利用香港大學研發的三維路徑模擬分析，配合地政總署提供的空間數據，精準分析運送時的空間限制和模擬長達34公里的運輸路線。在香港警務處及運輸署協助下，利用12 個晚上，將40件模組由屯門安全運抵粉嶺北工地。

Scan to view
English version

4 現場組裝

因應工地現場限制，於繁忙的沙頭角公路長時間封路並不可行。在梧桐河上方施工，安全及進度亦受河道水流影響。

解決方案：
採用「廠內預製、現場組裝」方案，利用鋼絞線千斤頂及起重機進行全跨度吊裝，將裝設時間減至最低。其中龍躍頭交匯處行人天橋的四跨度圓環架設工序於數小時內完成，對交通影響降至最低。

甚麼是「團體標準」

香港理工大學國家鋼結構工程技術研究中心香港分中心為團體標準《690 MPa ~ 960 MPa高強度鋼結構設計標準》進行編訂，並由中國鋼結構協會於2026年10月1日發布。

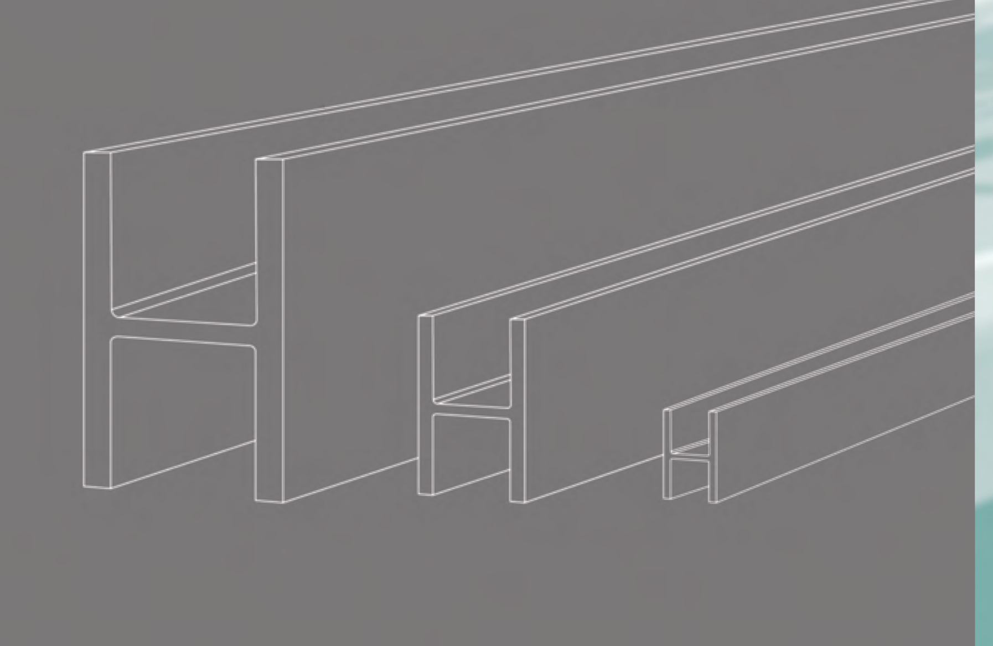
這標準匯聚了本項目累積的實踐經驗，以及經嚴格測試驗證的數據。在制定過程中，團隊充分考慮了與「歐洲結構設計規範」（Eurocodes）的銜接與相容性。這不僅讓日後香港及全球的工程師都有據可依，能更放心、更有效地採用S690至S960高強度鋼材作為結構設計，更能發揮香港作為「超級聯繫人」及「超級增值人」的角色，推動中國內地的新技術、新材料與新標準邁向國際舞台。

S960超高強度鋼材箱型鋼柱的設計標準驗証測試

為確保粉嶺北新發展區的行人天橋設計符合歐盟「鋼結構設計準則」（EN 1993-1-1和EN 1993-1-5）所規範的安全設計標準，香港理工大學進行了一系列相關測試。

我們於9個S960箱型鋼柱上，採用了不同的加強板配置並進行荷載測試。結果顯示所有箱形柱皆能承受達到設計荷載的1.02至1.14倍，而且損毀模式與設計預期一致，皆出現局部壓曲的現象。

Scan to view
English version



項目里程碑

Scan to view
English version

06.2023

土木工程拓展署與香港理工大學簽署深化S960超高強鋼科研及應用合作備忘錄，促進雙方在橋樑建設項目中落實應用S960超高強鋼。

08.2023 - 06.2024

於香港理工大學實驗室內，進行S960超高強鋼焊工考試，以及為焊接組件進行測試。

於工地現場模擬實際焊接操作，以及進行焊接測試。

07.2024

於橫跨梧桐河的行人天橋工地，進行首段S960超高強鋼行人天橋組裝儀式。

08-09.2024

工程團隊利用流動起重機，成功將S960超高強鋼行人天橋兩段橋身，以吊裝方式橫跨梧桐河架設。

02-04.2025

在12個晚上運送龍躍頭交匯處S960超高強鋼行人天橋大型模組。

07.2025

於龍躍頭交匯處上方的環形行人天橋成功架設。

04.2026

龍躍頭交匯處S960超高強鋼行人天橋啟用，憑藉其輕巧及前瞻性橋身及照明系統設計，成為北部都會區的新地標。

自主攻堅

中國鋼材研發與世界鋼橋樑發展

60年前，中國鋼鐵產業主要追求解決產量與基本強度；如今，中國鋼材研發已轉向高質量及綠色低碳。以下時序表選列了中國及其他國家或地區以鋼材建造橋樑的簡史，從中可窺探科技及時代進步與大型基建用料提升的關係。

Scan to view
English version

16錳
(強度等同S355)

南京
長江大橋

1960年代初，面對外國技術封鎖與物料斷供，鞍山鋼鐵自主研製出強度與S355鋼材相若的「16錳」橋樑鋼（當時的建設者稱為「爭氣鋼」），建成南京長江大橋解決了大型基建「無鋼可用」的困境，實現大跨度橋樑鋼「從零到一」的躍進，更奠定了國產鋼材的技術基石。

1968

1986

S960

瑞典
軍用設施「Fast Bridge 48」

Fast Bridge 48 (developed by Karlskronavarvet AB). Image sourced from Bernt Johansson & Peter Collin.

1995

S690

瑞典
Mittådalen天橋

Bridge Z1207 in Mittådalen. Image sourced from Bernt Johansson & Peter Collin

S355

1997

香港
青馬大橋

香港
汲水門大橋

1998

香港
汀九橋

1999

成都
五岔子大橋

1998

S800

日本
明石海峽大橋

2000

S690

德國
Nesenbachtalbrücke
行人天橋

2008

S460

北京
國家體育場

「鳥巢」在鋼材運用上極具開創性，其最核心的特色在於首次在國內建築結構中大規模、關鍵性地使用國產S460高強度特厚鋼材。

S420

2009

香港
昂船洲大橋

2012

S355

波蘭熱舒夫
環形行人天橋

S355

香港中環
橫跨夏愨道往政府總部的行人天橋

2012

2014

國家開始自主生產強度達1300MPa的高強度機械用鋼材，終結外國長期壟斷高強鋼市場的局面。

2022

S690

香港將軍澳
跨灣連接路

本港首座大規模採用S690高強鋼的基建，其強度是傳統S355鋼材的兩倍。

全球首例S960
超高強度鋼材
行人天橋落成

2026

S960

香港粉嶺北
龍躍頭交匯處行人天橋

集高端工程技術與美學於一身，成為北部都會區門戶的地標式建築物。