



光纖技術新知 (很有創意的捲軸光纖帶)

交通部中華技術服務社 顧問 劉時森老師
兼台灣區電信工程工業同業公會 技術諮詢顧問

本文資料及數據皆摘自INFOCOMMUNICATIONS, SEI TECHNICAL REVIEW · NUMBER 83, OCTOBER 2016研究報告：Ultra-High-Fiber-Count and High-Density Slotted Core Cable with Pliable 12-Fiber Ribbons，圖文經過整理成中文解說。

研究報告作者群：



Fumiaki SATO*,



Keisuke OKADA,



Takao HIRAMA,



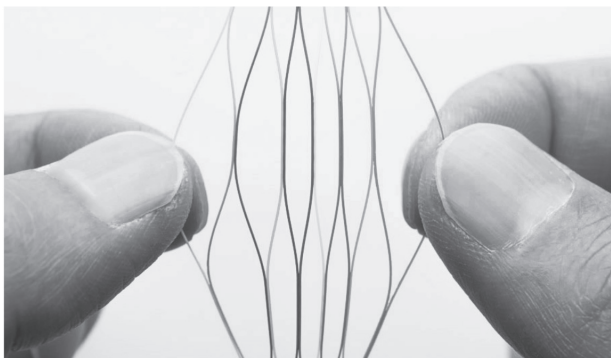
Kentaro TAKEDA,



Ryoei OKA and Ken TAKAHASHI)，

捲軸光纖帶 (Rollable Ribbon)

傳統扁平光纖帶在光纜內以平面式堆疊排列，捲軸光纖帶則像變形蟲般的在光纜內捲繞排列，可以填滿圓型套管及溝槽內的空間。前者帶內所有光纖在光纜內從頭到尾彼此粘著，後者規則性定點把相鄰兩心粘著，未粘著的可以用手掰開，如下圖。施工時容易處理及識別，還可用一般市面的多心熔接機。

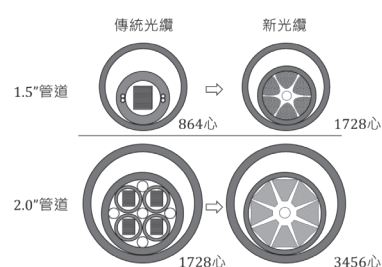


<https://www.ofsoptics.com/indoor-rollable-ribbon-cable/>
圖(一)捲軸光纖帶

緣由

因雲端的盛行導致大規模資訊中心如雨後春筍¹，機房間及機房內的數據串流不斷增加，需要質輕、細徑、柔軟、大心數的光纜。引進機房的中繼光纜絕大部份來自市區或地下共構，市區地下管道取得與接取不易，地下共構有管理及空間的侷限。為解決這困難，捲軸光纖帶的光纜應運而生（以下稱“新光纜”）。新光纜不但保有傳統光纜的抗張物質及多心光纖熔接的效率，也提高光纜心數及柔軟度，很適於侷限空間佈放。

下圖為同一管徑內，新光纜與傳統光纜帶所佔空間的比較。

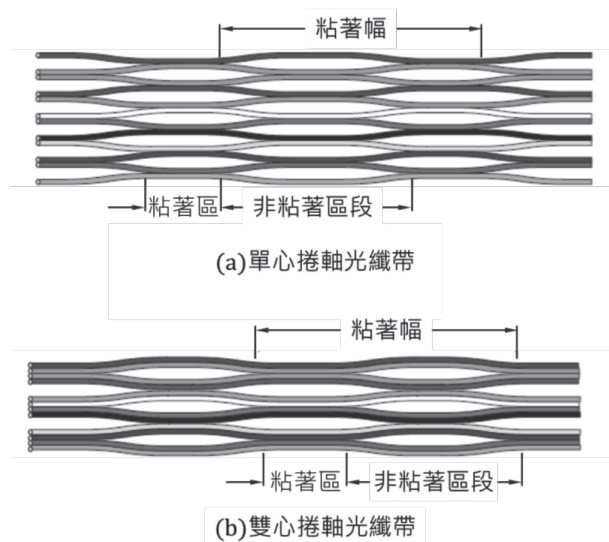


圖(二)傳統光纜與新光纜外徑比較

¹ <https://www.datacenterknowledge.com/cloud/analysts-there-are-now-more-500-hyperscale-data-centers-world>

12心捲軸光纖帶熔接效率

在此以12心捲軸光纖帶示範。可做單心粘著及雙心粘著，如下圖：



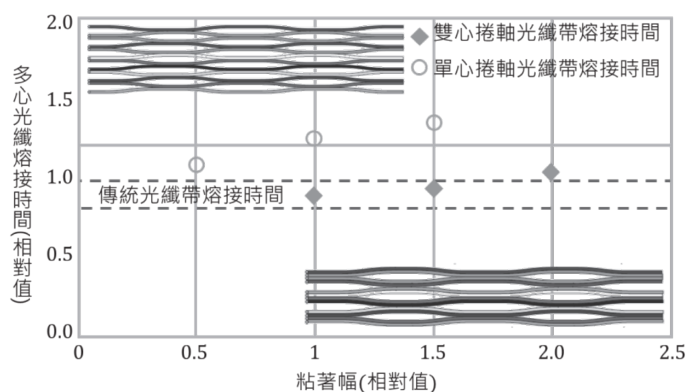
圖(三)單心與雙心光纖帶結構

為瞭解單心與雙心兩種光纖熔接難易度及速度的差異，以實際操作比較，過程都經過下列四個程序：

- 1.將光纖帶放置在熔接機的夾具。
- 2.用發熱型光纖外被剝除器清除光纖塗料樹脂。
- 3.用光纖切割機切割光纖。
- 4.放置光纖於熔接機開始熔接。

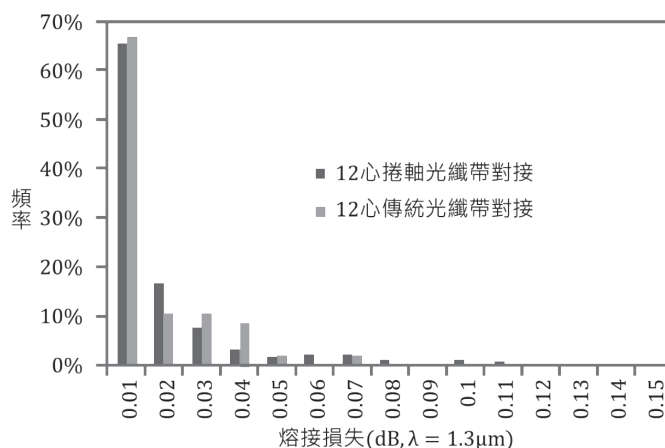
為了測試熔接時間，把粘著幅內“粘著區”長度固定，調整“非粘著區段”段長。結果粘著幅隨著（非粘著區／粘區段）比例變短時，單心光纖帶的熔接時間較長。主要原因是單心光纖在夾具裡容易滑動，需要時間調整回來，雙心光纖帶則無此問題。

另外，也拿雙心捲軸光纖帶和傳統12心光纖帶做熔接時間比較。把雙心捲軸光纖帶粘著幅延長1.5倍，光纖帶仍俱高彈性還能對齊。結果熔接時間不會比傳統12心光纖帶的長，如下圖：



圖(四)熔接時間比較

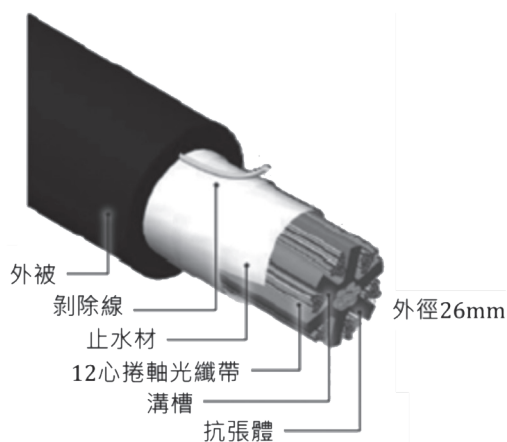
在熔接損失方面，捲軸光纖帶與傳統12心光纖帶的熔接損失不相上下。在熔接次數相等的條件下，無論次數為何，傳統光纖帶出現0.01dB熔接損失的概率為68%，高於捲軸光纖帶的65%；傳統光纖帶出現0.02dB損失的機率為10%，低於捲軸光纖帶的16%。



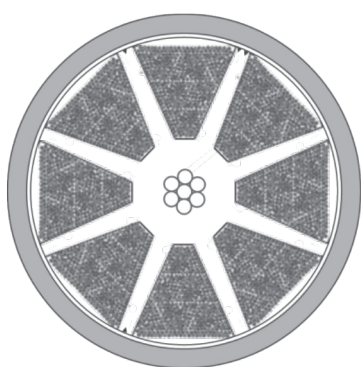
圖(五)傳統光纖帶與捲軸光纖帶熔接損失比較

新光纜

- 1.光纜設計：呈溝槽結構，中心穿過一條鋼索，有1728心及3456心兩種，光纖為ITU-T G.657A1耐彎單模態光纖。比起任何同心數的傳統光纜，新光纜直徑與重量大幅縮減。

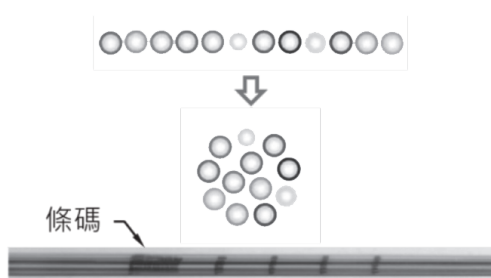


圖(六) 1728溝槽型新光纜



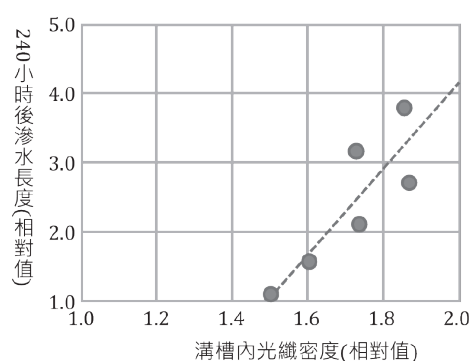
圖(七) 3456心新光纜截面圖

無論光纜心數多大，每心光纖都必須能被識別且容易接取。新光纜光纖簇採用傳統光纖帶的條紋，3456心光纜內，每槽收容36條12心捲軸光纖帶，條紋有36種排列，可輕易識別每一條光纖帶及個別光纖。



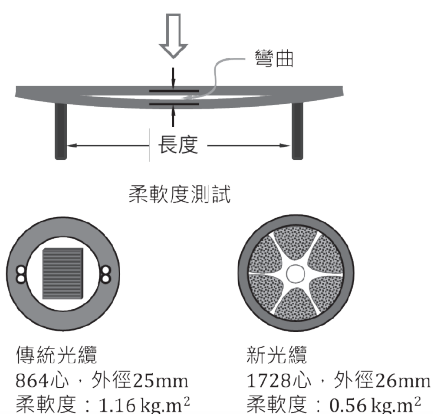
圖(八) 捲軸光纖帶捲軸方式

2.防水機能：新光纜的溝槽收容的光纖心數及密度高於傳統光纜許多，傳統光纜的防水機制無法滿足新光纜的防水需求。為了解決此問題，研究團隊探討光纖密度與光纜防水機制的關係，經過240小時的測試與觀察，發現光纜滲水距離隨著光纖密度增加而增長，因此新光纜的光纖密度必須有所限制。



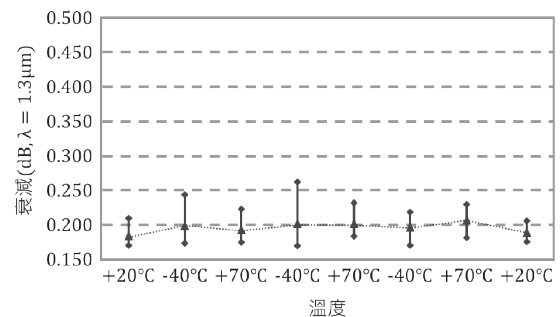
圖(九) 光纖密度與滲水狀況

3.佈放工作性（Workability）：傳統光纜之抗張物體放置於光纜外被。新光纜則放在軸心，因此溝槽排列可以四方軸射且可任一方向彎曲。在光纜柔軟度方面，把1728心新光纜與傳統中心套管光纜做柔軟度測試。結果，新光纜為傳統光纜的1.5倍，表示新光纜適合在狹窄彎曲的空間佈放。



圖(十) 傳統光纜與新光纜柔軟度測試

4.傳輸與機械性能：把3456心光纜捲繞於光纜盤上，測試溫度從-40℃到+70℃循兩環，光纜內光纖的衰減相當穩定。



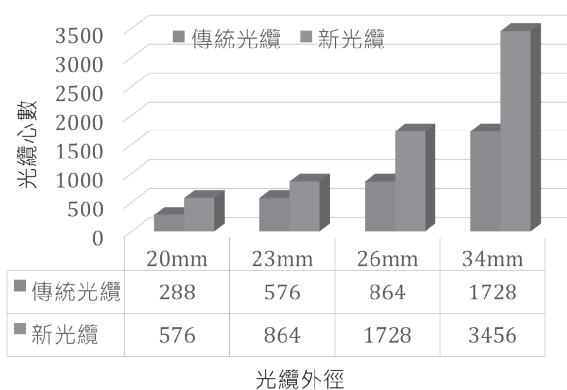
圖(十一) 3456心新光纜溫度測試

下表為1728心及3456心新光纜的傳輸與機械特性，從表內數字可以確定新光纜足以

因應一般的佈設環境：

測試項目	測試方式	結果
衰減係數	依IEC60793-1-40標準	1550nm，<0.25dB/km
溫度循環	40°C~70°C兩循環	<0.10dB/km
壓縮負載	22.43kg 1分鐘，再壓11.2kg 10分鐘。	<0.1dB， 光纖無任何瑕疵
撞擊測試	0.45kg，兩次，三處，波長1550nm。	
循環曲屈測試	以30圈/分鐘之速度網光纖於滑輪(20小光纖直徑)25圈，1550nm。	
光纖扭曲測試	取樣2米，扭10圈(°)，波長1550nm。	額定拉力，60%光纖小於屈服強度。 殘餘拉力，20%光纖小於屈服強度。 衰減<0.1dB
拉張測試	額定600磅，殘餘180磅。	

5.與傳統光纜光纖比較，同樣的直徑新光纜收容的心數是傳統光纜的兩倍。



圖(十二)傳統光纜與新光纜同一外徑光纖收容數

結語

未來5G及物聯網可能佈放大量光纜，其中絕大部份仍然使用既有的管道及設備空間。但是既有的線路空間如管道、地下管溝、大樓管道間，隨著時間久遠，舊電纜佔滿了空間。數據中心機房內因數據流量增加，設備不斷擴充，長久下來壓縮跳線空間。新光纜可以舒解空間壓縮同時增加一倍光纖，仍能維持光纖的傳輸性能，提高了“傳輸密度”。只要是新光纜涵蓋範圍，隨處可建置高速率傳輸系統。