

行政院公共工程委員會 函

地址：11010 台北市松仁路3號9樓
聯絡人：莊欽登
聯絡電話：(02)87897691
傳 真：(02)87897800

10841

臺北市開封街2段40號2樓

受文者：臺灣區綜合營造業同業公會

發文日期：中華民國105年10月27日
發文字號：工程技字第10500340860號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如主旨

主旨：檢送本會105年10月19日召開本會公共工程施工綱要規範「第02424章隧道噴凝土」內容妥適性座談會會議紀錄1份，請查照。

正本：許委員貫中、謝委員玉山、詹委員穎雯、內政部營建署、交通部公路總局、交通部臺灣區國道新建工程局、交通部公路總局蘇花公路改善工程處、交通部鐵路改建工程局、臺北市政府捷運工程局、中華民國土木技師公會全國聯合會、中華民國全國營造業工地主任公會、中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會、中華民國隧道協會、臺灣區綜合營造業同業公會、台灣區預拌混凝土工業同業公會

副本：本會主任委員室、顏副主任委員室、工程管理處、技術處、財團法人臺灣營建研究院(均含附件)

主任委員 **吳宏謀**



本會公共工程施工綱要規範「第 02424 章 隧道噴凝土」
內容妥適性座談會會議紀錄

壹、開會時間：105 年 10 月 19 日（星期三）上午 9 時 30 分

貳、開會地點：本會第 2 會議室

參、主持人：顏副主任委員久榮

肆、出席單位及人員：詳簽到表

記錄：莊欽登

伍、主辦單位報告：略

陸、出席單位意見：

一、內政部營建署

本署目前尚無隧道在建工程，另查近期(約 10 年前)相關工程(萬瑞快速道路)之施工規範，其內容與工程會施工綱要規範大致相同。

二、交通部公路總局

(一) 本局有關隧道工程之施工補充說明書與工程會施工綱要規範內容大致相同。

(二) 民眾陳情本局之鋼纖維噴凝土驗收強度訂定太低疑慮，藉由本次座談會予以澄清，以鋼纖維噴凝土為例，設計之抗壓強度為 255kgf/cm^2 ，該規定與工程會施工綱要規範相同，驗收強度則以三個試體平均強度須大於 178kgf/cm^2 ，且無任一個試體強度低於 157kgf/cm^2 為原則，該規定緣由係因驗收方式採鑽心試驗，與一般混凝土鑽心試體合格之標準相同(同組試體之平均強度應不低於規定強度 f_c' 之 85%，且任一試體之強度不低於 f_c' 之 75%)，故本局驗收強度訂定太低應為民眾誤解。

(三) 本局目前針對速凝劑之使用量係依工程會施工綱要規範第 02424 章之 3.1.4(3)款所訂水泥用量之 5%為基準，另考量施工特性再加入 $\pm 2\%$ 之許可差。

三、交通部公路總局蘇花公路改善工程處

(一) 因考量隧道工程之施工環境及勞工安全衛生，並提升與國際接軌，目前本處承辦 8 件隧道工程，其噴凝土施工均採用無鹼速凝劑。

(二) 本處有關速凝劑之技術規定與工程會施工綱要規範控制整體噴凝土鹼含量精神相同，惟本處已依據實務施工經驗並檢討前述規定如下：

使用速凝劑應避免環境污染、地下水和水源污染的產生。速凝劑品質及用量需符合以下規定：

1. 速凝劑之氯化物含量不得超過自重之 1%。
2. 鹼當量($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)不得超過自重之 1%。
3. 速凝劑之參考用量以水泥之(5±2)%為原則，另遇特殊地質狀況，或其添加比例經工程司確認仍可符合施工品質要求時，該速凝劑使用量之限制得酌予放寬，惟上限部分仍不得超過下列規定：

(1) 採用粉狀速凝劑(powder accelerators)，速凝劑使用量不得超過水泥用量之 8%。

(2) 採用液狀速凝劑(liquid accelerators)，速凝劑使用量不得超過水泥用量之 10%。

亦即

1. 應考量速凝劑各品牌產品濃度不盡相同可能影響固態鹼當量值，故參考用量以水泥之(5±2)%為原則。
2. 因隧道施工易受地質及湧水之影響，為避免隧道抽坍之緊急狀況發生，經工程司確認後，得酌予放寬液狀速凝劑使用量，惟不得超過水泥用量之 10%。
3. 本處目前速凝劑之鹼當量試驗值約為 0.06~0.07%，如速凝劑使用量達 10%，核算整體噴凝土鹼含量亦

符合規定。

- (三) 本處目前鋼纖維噴凝土抗壓強度大多為 $355\sim 430\text{ kgf/cm}^2$ \geq 建議值 255 kgf/cm^2 ，另民眾表示如使用其速凝劑，抗壓強度可達 $500\sim 600\text{ kgf/cm}^2$ ，但抗壓強度僅須符合設計需求即可。另噴凝土品質變異性較一般混凝土大，易受地質、湧水、施工(噴嘴角度、距離)等因素之影響，故現場施工配比均有預留強度折減的空間。

四、交通部鐵路改建工程局

- (一) 本局近期隧道工程為花東鐵路電氣化，查該工程之施工規範係參考工程會施工綱要規範(V5.0 版本)，另本局已於 104 年參考工程會施工綱要規範(V6.0 版本)，並訂定隧道技術規範，但目前尚無新建工程使用該規範。
- (二) 考量隧道工程因施工現場地質變異因素較大，故建議速凝劑使用量可附加但書為：「如遇特殊地質狀況，其添加比例應經工程司同意，該附加劑使用量得酌予放寬」。
- (三) 第 02424 章之 3.3.2(2)款鋼纖維噴凝土之抗壓強度，該款規定為「A.抗壓試驗：三個試體平均強度須等於或大於 [216][] kgf/cm^2 ，且無任一試體強度低於 [157][] kgf/cm^2 」，其中「 157kgf/cm^2 」應為誤植，建議應修正為「 191kgf/cm^2 」。

五、臺北市政府捷運工程局

目前本局多以潛盾工程為主，僅新莊機場與隧道工程相關，該工程已施做完成。

六、中華民國全國營造業工地主任公會

- (一) 有關施工綱要規範「第 02424 章 隧道噴凝土」之辦理情形，委辦單位(財團法人臺灣營建研究院)於召開審查會議時，均有通知本會參加，且本會均有派員列席參與

會議，本會看到歷次參與會議之審查委員及與會單位用心審查表示敬意。

- (二) 本會於接到工程會通知召開本次座談會時，本會理事長召集相關人員討論施工綱要規範，其中曾參與隧道工程之工地主任表示：「基於維護隧道作業安全，以保障施工人員身體健康，以及避免環境污染、地下水及水源污染之產生，目前施工綱要規範對於速凝劑要求、噴凝土抗壓強度等規定並無不適宜之處」。
- (三) 本會工地主任如參與相關隧道工程時，皆依據圖說施工，並按日填報施工日誌，以確保工程能如期如質竣工。

七、中華民國隧道協會

- (一) 於隧道工程使用低鹼或無鹼速凝劑，係考量其有害物質較低，對於人體及皮膚影響較少，環境衝擊較小，噴凝土長期強度損失較少，且耐久性較佳。故歐洲及日本皆規定屬於永久性或具結構功能之噴凝土建議採用低鹼或無鹼速凝劑。
- (二) 施工綱要規範針對速凝劑之使用是否有訂定？查「CNS 14689 噴凝土用摻料」之規定，速凝劑應為摻料而非附加劑，目前如以第 02424 章之 3.1.4(3)款規範速凝劑使用量確實不妥，建議應另增加其相關規定明列為宜。另該款僅規定鋼纖維噴凝土之附加劑使用量，而未針對噴凝土之附加劑使用量予以規定。
- (三) 有關速凝劑之使用量，建議可參酌交通部臺灣區國道新建工程局及交通部公路總局所屬施工規範。
- (四) 有關噴凝土或鋼纖維噴凝土之抗壓強度，基本上設計之抗壓強度應與施工綱要規範之抗壓強度一致，該規範應

無規定抗壓強度太低之問題。另抗壓強度不應無限制提高，以免衍生成本提高之浪費。

八、臺灣區綜合營造業同業公會

- (一) 廠商依據承攬契約採購施作，且施工綱要規範非工程契約，各工程施工規範應依特性訂定適合工程所需。
- (二) 廠商於施工時宜考量施工條件及現場環境，尤其應確保勞工於隧道施工安全，如國內工程有使用到速凝劑時，應於規劃設計階段予以考量，並應符合勞工安全衛生規定及環保需求。
- (三) 速凝劑使用係以規劃設計為準，如工程已發包，建議應於現場做追蹤及環境測定，因速凝劑使用較為複雜，與水泥用量確實不同，如施工綱要規範或工程技術規範有不宜之處，建議應適時檢討修正。

九、許委員貫中

- (一) 速凝劑如鹼含量過高，可能會產生鹼骨材反應。
- (二) 速凝劑可分為固態及液態兩種，針對液態速凝劑之成分組成應換算成固含量，建議可參考國外各廠商藥劑之組成成分，並訂定範圍。
- (三) 依據歐洲聯盟國家協會(EFNARC)之技術文件，其規定鹼當量應小於或等於自重之 1%，建議應釐清自重之定義。
- (四) 因酸性速凝劑中含有機胺且其具有毒性，故其使用量不宜超過太多，以免危害施工人員健康。

十、謝委員玉山

- (一) 噴凝土之抗壓強度係依據隧道支撐抗力需求及安全係數而訂定。一般隧道支撐壓力(抗壓)很少大於 50kgf/cm^2 ，

所以本施工綱要規範規定之抗壓強度已考慮了安全係數 3-4 倍。

- (二) 建議速凝劑使用量應另訂說明，以避免與第 02424 章之 3.1.4(3)款所訂每一種附加劑使用量不超過水泥用量之 5%混淆。速凝劑使用量應視施工環境(如湧水量)而訂定。另查日本隧道工程標準規範及解說(1996 年版)，其訂定濕式速凝劑：水泥量之 5~8%，並視湧水狀況添加。
- (三) 於隧道工程採用非鹼速凝劑，應是歐洲、澳洲、日本等先進國家之趨勢，故建議施工綱要規範仍應維持相關規定。
- (四) 第 02424 章之 2.1.5 款所述之「自重」，應係指速凝劑之重量，建議該規定可再修正清楚簡明。

十一、詹委員穎雯

- (一) 噴凝土之抗壓強度應依設計需求為主，該強度已考量施工過程中所產生之誤差、強度折減等因素。
- (二) 有關速凝劑使用量及噴凝土之水泥使用量限制，皆以百分比表示，其中鹼當量係以自重作為母數，噴凝土係以水泥重量作為母數，此為工程上常用計算方式，故施工綱要規範應無不明確之疑慮。
- (三) 因附加劑屬於溶液，其功能與固含量相關，但施工綱要規範僅規定其使用量，故建議後續編修時可考量將固含量之規定納入施工綱要規範。

柒、會議結論：

- 一、有關陳情人建議施工綱要規範第 02424 章隧道噴凝土相關內容宜刪除鹼當量($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)不得超過自重之 1%之規定，及鋼纖維噴凝土 28 天抗壓強度 \geq 建議值【255】 kgf/cm^2 可提高等事宜，出席委員及與會單位尚認同本會施工綱要規

範內容，無需再修正，並請作業單位依之前相關陳情案之回復內容，及本次座談與會代表意見再次回覆陳情人，說明如下：

1. 考量隧道工程封閉之作業環境及施工特性，施工人員於進行噴凝土作業時，會產生粉塵或回彈情形，恐影響施工人員安全，因此有關隧道噴凝土所採用之材料維持選擇非鹼性(alkali-free)，以確保現場施工人員安全為優先考量。
 2. 參考相關國際標準，依據噴凝土使用目的選用合適之速凝劑，故考量隧道具結構功能、維護作業安全及環境保護等，維持選擇非鹼性(alkali-free)，即鹼當量($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)不得超過自重之1%。
 3. 有關鋼纖維噴凝土 28 天抗壓強度僅須符合設計需求即可，現行施工綱要規範抗壓強度 \geq 建議值 255 kgf/cm^2 已考慮品質變異影響與加計安全係數，並無不適當之處，惟建議值仍可依個案特性訂定之。
- 二、各單位如於工程採用新材料、新技術及新工法，若考量增列於施工綱要規範時，請檢具公共工程施工綱要規範提案編修建議表，以及檢附相關技術文件及佐證資料至本會，俾依規範之編修作業程序處理。
- 三、另與會機關有其他關於本會施工綱要規範之修正內容，如第 02424 章之 3.3.2(2)款鋼纖維噴凝土之抗壓強度，該款規定為「A. 抗壓試驗：三個試體平均強度須等於或大於 $[216] \text{ kgf/cm}^2$ ，且無任一試體強度低於 $[157] \text{ kgf/cm}^2$ 」，其中「 157kgf/cm^2 」應為誤植，建議應修正為「 191kgf/cm^2 」，可納入後續委辦案，請受委辦單位依規範之編修作業程序檢討修正。
- 四、考量本案已召開多次會議，爾後陳情人再送之陳情文，即予以存查不再回覆。

捌、散會。