

# 複合電彈材料和功能性電彈材料積層板或殼半解析-數值方法之回顧

吳致平\*、劉彥辰

國立成功大學土木工程學系

[cpwu@mail.ncku.edu.tw](mailto:cpwu@mail.ncku.edu.tw)

[Composite Structures, vol. 147, pp. 1-15 \(2016\)](#)

本文為複合電彈材料和功能性電彈材料積層板或殼半解析-數值方法之回顧性論文。全文收錄相關參考文獻合計198篇，其中50篇論文貢獻自本文第一作者-吳致平教授所屬之研究群。

有鑒於純三維解析方法，諸如：狀態空間(SS)法、微擾方法，之數學複雜性，和純三維數值方法，諸如：微分擬合(DQ)法、有限元素(FE)法、微分再生核(DRK)法，之計算耗時，吳教授研究群乃結合上述純解析和純數值方法，發展一系列新創之三維半解析-數值方法，諸如：the SS-DQ, the SS-DRK, the asymptotic DQ, the asymptotic DRK, 和the asymptotic FE方法。大多數上述方法均為文獻中首見，其精確度和收斂速度均經由其解和文獻中之三維標準驗證解之綜合比較後得以驗證，其解之詳細比較性研究可參閱本文(Composite Structures, vol. 147, pp. 1-15, 2016)。



表一: 本有限柱體元素法和傳統分層有限元素法在元素網格和元素形狀之比較

元素	本有限柱體元素	傳統分層有限元素
網格	<p>(2x1x2 網格)</p>	<p>(2x1x2 網格)</p>
形狀	<p>(Q8柱體元素)</p>	<p>(Q8 殼元素)</p>

表二: 簡支承  $[90^\circ/0^\circ/90^\circ]$  積層圓柱殼受三角函數分布載重作用下, 本有限柱體元素法求得之應力和位移解與三維彈性力學解之比較( $L/R=4$  and  $R/h=4$ ).

理論	相關參數	$\bar{\sigma}_x\left(\frac{L}{2}, 0, \frac{h}{2}\right)$	$\bar{\sigma}_\theta\left(\frac{L}{2}, 0, \frac{h}{2}\right)$	$\bar{\tau}_{x\theta}\left(0, \frac{\pi}{2}, \frac{h}{2}\right)$	$\bar{u}_r\left(\frac{L}{2}, 0, 0\right)$
RMVT-based Q8 FCPM	Mesh (36x6)	0.1238	6.5335	0.1080	4.0056
	Mesh (48x9)	0.1260	6.5415	0.1081	4.0088
	Mesh (48x12)	0.1262	6.5433	0.1081	4.0086
RMVT-based Q9 FCPM	Mesh (36x6)	0.1238	6.5333	0.1080	4.0056
	Mesh (48x9)	0.1256	6.5414	0.1081	4.0088
	Mesh (48x12)	0.1262	6.5432	0.1081	4.0086
Modified Pagano method		0.1269	6.5462	0.1082	4.0097
3D Elasticity Solutions		0.1270	6.5450	0.1081	4.0090

*Copyright 2018 National Cheng Kung University*