



靜態線性應力分析

❖ 表 5.1 ANSYS 的常用元素

元素類型		ANSYS 編號	ANSYS 名稱	元素外形 (Reproduced with permission from ANSYS, Inc.)	節點數與自由度
線元素	二維桁架	LINK1	2-D Spar (Truss)		節點數：2 節點自由度： UX,UY (u,v)
	三維桁架	LINK8	3-D Spar (Truss)		節點數：2 節點自由度： UX,UY,UZ (u,v,w)
	二維構架	BEAM3	2-D Elastic Beam (Euler beam)		節點數：2 節點自由度： UX,UY,ROTZ (u,v,θ_z)

表 5.1 ANSYS 的常用元素(續)



元素類型		ANSYS 編號	ANSYS 名稱	元素外形 (Reproduced with permission from ANSYS, Inc.)	節點數與自由度
線元素	三維構架	BEAM4	3-D Elastic Beam (Euler beam)		節點數：3 (節點 K 用於定元素方向) 節點自由度： UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ ($u, v, w, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)
	三維構架	BEAM188	3-D Linear Finite Strain Beam (Timoshenko beam)		節點數：3 (節點 K 用於定元素方向) 節點自由度： UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ ($u, v, w, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)
	三維構架	BEAM189	3-D Quadratic Finite Strain Beam (Timoshenko beam)		節點數：4 (節點 L 用於定元素方向) 節點自由度： UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ ($u, v, w, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)

表 5.1 ANSYS 的常用元素(續)



面 元 素	二維 平面 或軸 對稱 元素	PLANE2	2-D 6-Node Triangular Structural Solid		節點數：6 節點自由度： UX,UY (u,v)
	二維 平面 或軸 對稱 元素	PLANE42	2-D Structural Solid		節點數：4 節點自由度： UX,UY (u,v)
	二維 平面 或軸 對稱 元素	PLANE82	2-D 8-Node Structural Solid		節點數：8 節點自由度： UX,UY (u,v)

表 5.1 ANSYS 的常用元素(續)



元素類型		ANSYS 編號	ANSYS 名稱	元素外形 (Reproduced with permission from ANSYS, Inc.)	節點數與自由度
面元素	三維殼元素	SHELL63	Elastic Shell (thin shell)		節點數：4 節點自由度： UX,UY,UZ, ROTX, ROTY, ROTZ ($u,v,w, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)
	三維殼元素	SHELL93	8-Node Structural Shell (thick shell)		節點數：8 節點自由度： UX,UY,UZ, ROTX, ROTY, ROTZ ($u,v,w, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)

表 5.1 ANSYS 的常用元素(續)



實體元素	三維實體元素	SOLID45	3-D Structural Solid	<p>Element Coordinate System (shown for KEYOPT(4) = 1)</p> <p>Surface coordinate system</p> <p>(Prism Option)</p> <p>(Tetrahedral Option-not recommended)</p>	<p>節點數：8</p> <p>節點自由度： UX,UY,UZ (u,v,w)</p>
	三維實體元素	SOLID92	3-D 10-Node Tetrahedral Structural Solid		<p>節點數：10</p> <p>節點自由度： UX,UY,UZ (u,v,w)</p>
	三維實體元素	SOLID95	3-D 20-Node Structural Solid	<p>(Tetrahedral Option)</p> <p>(Pyramid Option)</p> <p>(Prism Option)</p>	<p>節點數：20</p> <p>節點自由度： UX,UY,UZ (u,v,w)</p>

表 5.1 ANSYS 的常用元素(續)



元素類型		ANSYS 編號	ANSYS 名稱	元素外形 (Reproduced with permission from ANSYS, Inc.)	節點數與自由度
特殊元素	彈簧 阻尼 元素	COMBIN14	Spring-Damper		節點數：2 節點自由度： UX, UY, UZ if KEYOPT (3) = 0 ROTX, ROTY, ROTZ if KEYOPT (3) = 1

5.2 ANSYS 之線元素分析



- ❖ **5.2.1 ANSYS範例5-1：平面桁架元素分析**
- ❖ 本例的題目如圖5.1的二維平面桁架系統，受力 **$F=10000\text{ lb}$** ，**A**和**C**點受拘束。桿件之楊氏模數 **$E=29000\text{ ksi}$** ，截面積為 **4 in^2** ，試求各桿件受力與應力，以及**A**和**C**點的反作用力。分析單位系統採用英制：**in、lb、psi**。
- ❖ 本例為二維桁架問題，使用**ANSYS**的**LINK1**桁架元素來模擬。



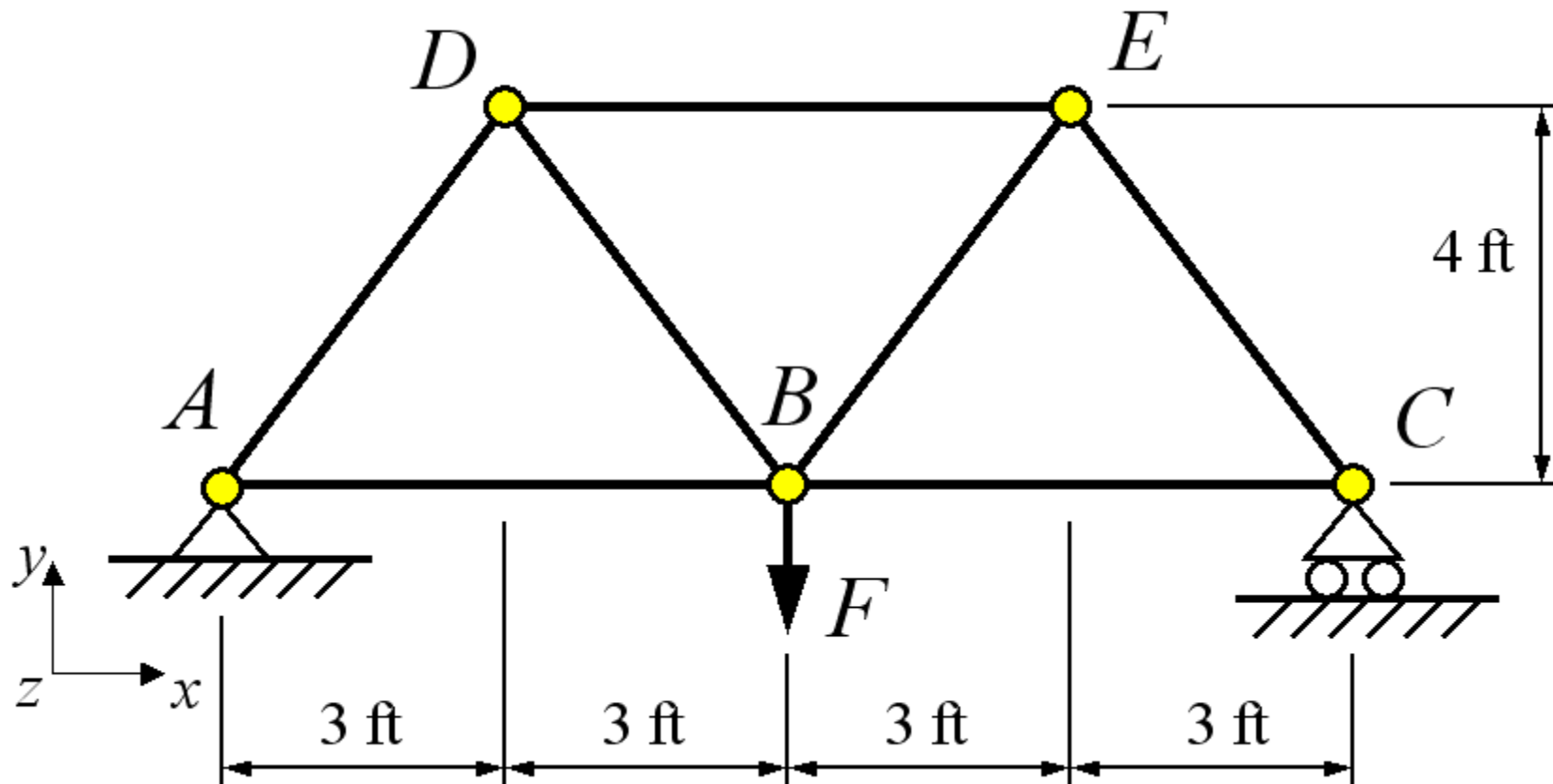
Unit

- Ansys had no build-in unit system
- The unit must be consistent.

Table 2-1 Consistent units.

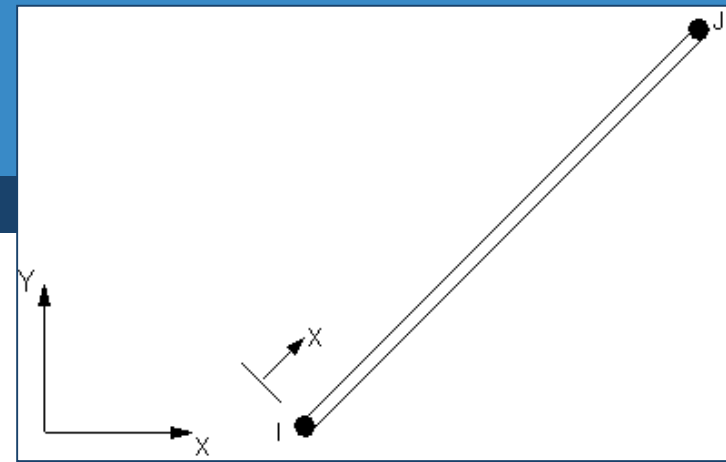
Quantity	SI	SI (mm)	US Unit (ft)	US Unit (inch)
Length	m	mm	ft	in
Force	N	N	lbf	lbf
Mass	kg	tonne (10^3 kg)	slug	$\text{lbf s}^2/\text{in}$
Time	s	s	s	s
Stress	Pa (N/m^2)	MPa (N/mm^2)	lbf/ft^2	psi (lbf/in^2)
Energy	J	mJ (10^{-3} J)	ft lbf	in lbf
Density	kg/m^3	tonne/mm^3	slug/ft^3	$\text{lbf s}^2/\text{in}^4$

圖 5.1 二維平面桁架系統



1 foot = 12 inches

LINK1 輸入資料



Element Name	LINK1
Nodes	I, J
Degrees of Freedom	UX, UY
Real Constants	AREA, ISTRN
Material Properties	EX, ALPX, DENS, DAMP
Surface Loads	None
Body Loads	Temperature -- T(I), T(J)
Special Features	Plasticity, Creep, Stress stiffening, Large deflection

圖 5.2 例題5-1 :ANSYS有限元素模型

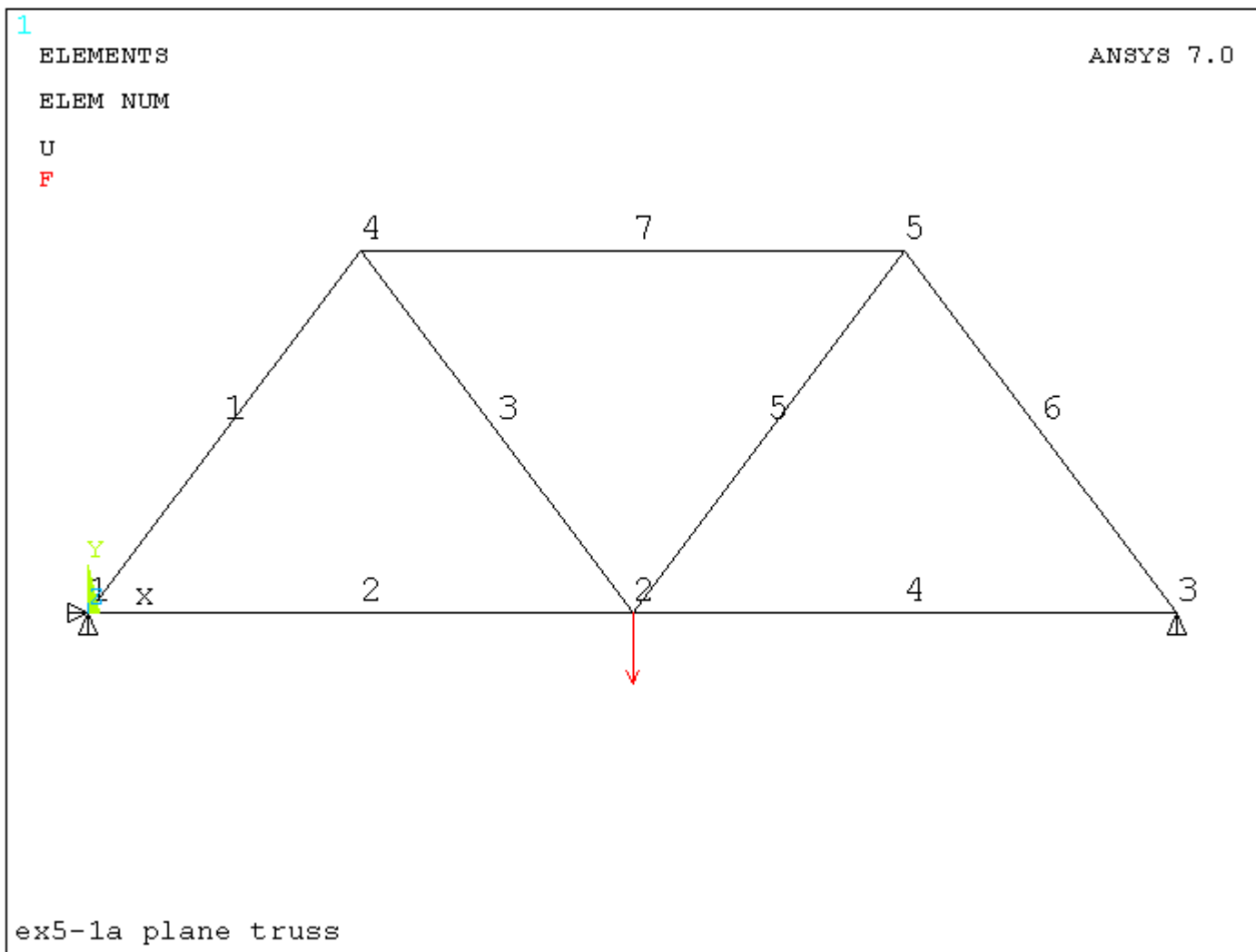
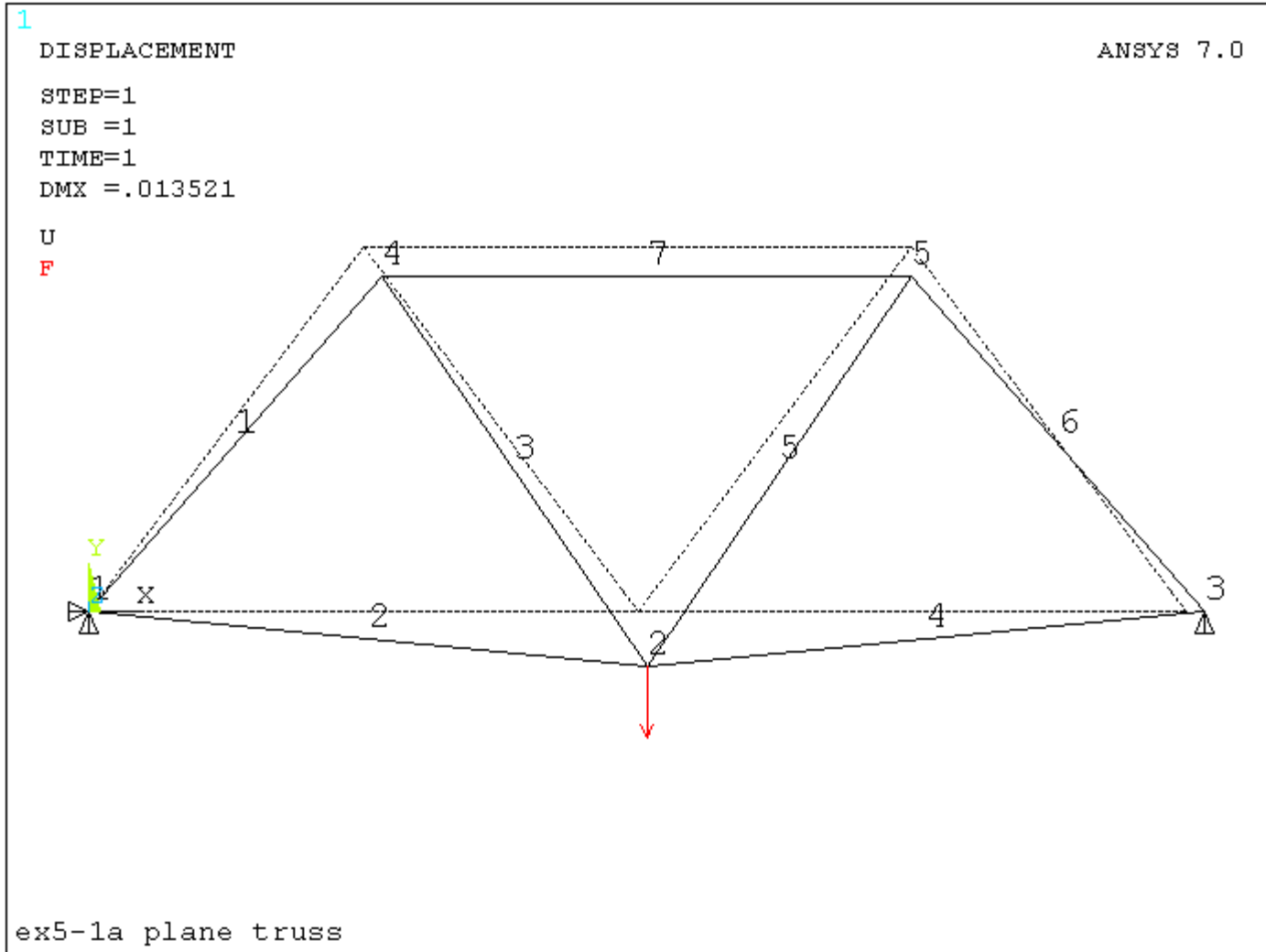


圖 5.2 例題5-1 :分析結果之變形圖





❖ 各桿件(元素)受力值與應力值如下：

STAT ELEM	CURRENT FORCE	CURRENT STRESS
1	-6250.0	-1562.5
2	3750.0	937.50
3	6250.0	1562.5
4	3750.0	937.50
5	6250.0	1562.5
6	-6250.0	-1562.5
7	-7500.0	-1875.0



❖ 節點反作用力值如下：

NODE	FX
1	-0.27285E-11

NODE	FY
1	5000.0
3	5000.0

表 5.2 LINK1 元素輸出值說明



表(a)

Name	Definition
EL	Element Number
NODES	Element node numbers (I and J)
MAT	Material number for the element
VOLU:	Element volume
XC, YC	Location where results are reported
TEMP	Temperature at nodes I and J
FLUEN	Fluence at nodes I and J
MFORX	Member force in the element coordinate system X direction
SAXL	Axial stress in the element
EPELAXL	Axial elastic strain in the element
EPTHAXL	Axial thermal strain in the element
EPINAXL	Axial initial strain in the element
SEPL	Equivalent stress from the stress-strain curve
SRAT	Ratio of trial stress to the stress on yield surface
EPEQ	Equivalent plastic strain
HPRES	Hydrostatic pressure
EPPLAXL	Axial plastic strain
EPCRAXL	Axial creep strain
EPSWAXL	Axial swelling strain

表(b)

Name	Item	E	I	J
SAXL	LS	1	-	-
EPELAXL	LEPEL	1	-	-
EPTHAXL	LEPTH	1	-	-
EPSWAXL	LEPTH	2	-	-
EPINAXL	LEPTH	3	-	-
EPPLAXL	LEPPL	1	-	-
EPCRAXL	LEPCR	1	-	-
SEPL	NLIN	1	-	-
SRAT	NLIN	2	-	-
HPRES	NLIN	3	-	-
EPEQ	NLIN	4	-	-
MFORX	SMISC	1	-	-
FLUEN	NMISC	-	1	2
TEMP	LBFE	-	1	2



- ❖ 若將圖5.1題目的**DE**桿移除，該桁架系統會變成如圖5.3的機構，而不再是結構。機構會運動，因其拘束不足而造成剛體運動(**rigid body motion**)，這對於靜態的有限元素分析來說，是無法求解的。
- ❖ 讀入**ANSYS**執行後會產生圖5.4的錯誤訊息，此為**ANSYS**告知使用者該有限元素模型的拘束不足，其剛體運動造成無法求解。

圖 5.3 有剛體運動的機構

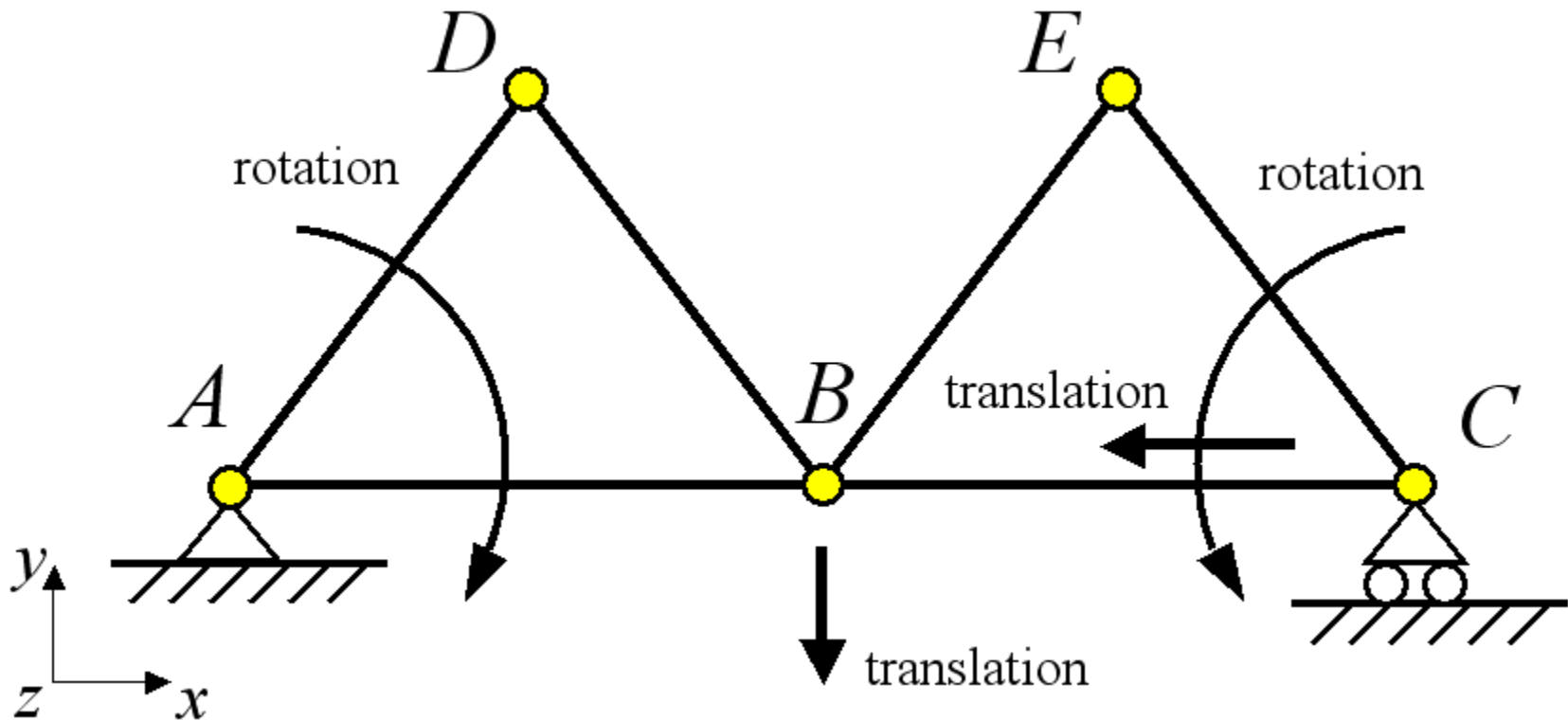


圖 5.4 剛體運動的訊息

