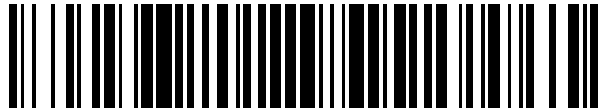


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 860**

51 Int. Cl.:

B62D 21/15 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2012 E 12764999 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2692613**

54 Título: **Miembro metálico hueco columniforme**

30 Prioridad:

30.03.2011 JP 2011074302

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.12.2015

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**HIROSE, SATOSHI;
ARIGA, TAKASHI y
YONEMURA, SHIGERU**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 553 860 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Miembro metálico hueco columniforme

La presente invención se refiere a un miembro columniforme hueco de pared delgada, que constituye una estructura y que está formado a partir de un metal tal como acero, aluminio, acero inoxidable o titanio, etc.

5 En los últimos años, en el campo de la automoción, con el fin de reducir el peso del cuerpo de un vehículo de un automóvil aun manteniendo o mejorando la seguridad del automóvil frente a una colisión y reducir las emisiones de dióxido de carbono para mejorar el comportamiento medioambiental del automóvil, existen muchos planteamientos para mejorar la rigidez de un miembro de estructura, tal como una caja de choque, etc., del automóvil, modificando una sección recta del miembro de estructura. Con el fin de mejorar la rigidez del miembro de estructura, una
 10 distribución de las propiedades por secciones (o equilibrio de fuerzas) del miembro de estructura en la dirección longitudinal del mismo, es importante. Si el diseño del miembro de estructura es inapropiado, en el caso de una colisión frontal del automóvil, una estructura situada en el lado trasero de la caja de choque puede deformarse antes de la deformación de la caja de choque situada en la parte delantera de una estructura del automóvil. Además, en un experimento de colisión de un automóvil, una condición de entorno tal como una dirección de carga no es constante, por lo que se produce un cierto grado de error. Por lo tanto, es necesario que un miembro de absorción de energía, un modo de deformación importante del cual es un modo de aplastamiento en la dirección axial de la caja de choque, etc., sea altamente robusto, por lo que el comportamiento del miembro en absorción de impacto no ha cambiado considerablemente debido a un cambio en la condición de entorno.

20 A este respecto, el “equilibrio de fuerzas” significa un segundo momento del área calculado a partir de una pluralidad de formas de sección recta perpendiculares a la dirección longitudinal de la estructura y de las características del material aplicado a la estructura, y/o a partir de una distribución de la máxima carga de pandeo tolerable en la dirección longitudinal. Además, el “comportamiento en absorción de impacto” significa una cantidad de absorción de energía por unidad de cantidad de aplastamiento en la dirección axial, y la “robustez” significa no variación del comportamiento en absorción de impacto con respecto al cambio en la condición de entorno dinámica.

25 Como técnica anterior, el documento JP 2006-207724 A describe un miembro de absorción de impacto que tiene una ranura cóncava hacia el interior del miembro, en la que la forma de una sección recta en al menos una parte en la dirección axial es una sección recta cerrada que tiene una pluralidad de vértices.

30 El documento JP 2002-12165 A describe un miembro de absorción de energía constituido por un miembro extrudido de aleación de aluminio que tiene una sección recta rectangular hueca, en el que una parte sobresaliente de la sección recta rectangular está dispuesta fuera de una parte superficial de la pared del miembro.

El documento JP 08-108863 A describe una estructura del lado delantero de un automóvil que tiene ranuras en un lateral del mismo, extendiéndose las ranuras en la dirección axial y sobresaliendo hacia el interior o el exterior del lateral.

35 El documento JP 2009-292340 A describe un miembro de absorción de impacto que tiene una sección recta generalmente en forma de C que se abre hacia fuera en la dirección del ancho del vehículo.

Además, el documento WO 2005/010396 A describe un miembro de absorción de impacto que tiene una sección recta poligonal, en el que la longitud de un lado de la sección recta poligonal, las longitudes de dos lados a ambos lados de un lado y un rango del ángulo constituido por los dos lados, están limitados.

40 El documento JP 2004-106612 A describe un miembro de absorción de energía para absorber el impacto en dirección axial, estando el miembro de absorción de impacto realizado de material de aleación de aluminio extrudido que tiene una pluralidad de nervios y que cruza en una porción y que conecta los vértices enfrentados de la pared periférica exterior en el interior de la pared periférica exterior constituida por lados pares.

45 El documento JP 2010-249236 A describe un miembro de absorción de energía realizado de un material extrudido de aleación de aluminio que comprende una pared interior que está conectada a una pared periférica exterior hexagonal u octogonal con el fin de permitir la absorción de una gran cantidad de energía aun haciendo que su peso sea menor que la técnica anterior.

El documento US 2011/015902 A describe un miembro de refuerzo de doce esquinas y un método para la optimización del miembro de refuerzo de doce esquinas.

50 El objetivo de las técnicas de los documentos JP 2006-207724 A, JP 2002-12165 A y JP 08-108863 A es aumentar el número total de vértices en la sección recta, de manera que la fuerza de la sección recta por unidad de longitud del miembro debida a la deformación por compresión mejora significativamente mediante la formación de la clara forma cóncavo – convexa. Por lo tanto, en los documentos JP 2006-207724 A, JP 2002-12165 A y JP 08-108863 A, es necesario rediseñar toda la estructura teniendo en cuenta el equilibrio de fuerzas de la estructura. Si la técnica se aplica parcialmente a la estructura, el equilibrio total de fuerzas de la estructura se deteriora, y la estructura se
 55 deforma en una porción no esperada de la misma, por lo que la cantidad de absorción de energía del miembro

puede disminuir. Además, puesto que el modo de deformación puede ser inestable debido a la clara forma cóncavo – convexa, el miembro puede no ser aplastado y deformado de manera estable en la dirección axial.

Por otro lado, en los documentos JP 2009-292340 A y WO 2005/010396 A, no es necesario formar la forma cóncavo – convexa, y la resistencia de la sección recta por unidad de longitud del miembro debida a la deformación por compresión mejora ligeramente, por lo que el modo de deformación por aplastamiento puede ser estable en la dirección axial. No obstante, en cualquiera de los documentos JP 2009-292340 A y WO 2005/010396 A, la disposición de los ángulos interiores de los vértices de la forma poligonal es inapropiada. En otras palabras, dependiendo de la dirección de la carga, el vértice puede atenuarse debido a la eliminación del pandeo de la forma poligonal, por lo que la resistencia de la sección recta puede quedar significativamente reducida.

La presente invención fue realizada con el fin de proporcionar una técnica para mejorar el comportamiento en absorción de impacto sin deteriorar el equilibrio de fuerzas, y un miembro al cual se aplica la técnica. Este objeto se consigue mediante las características definidas en las reivindicaciones.

Los inventores de este caso examinaron la relación entre el modo de deformación y el comportamiento en absorción de impacto (o la cantidad de absorción de energía) cuando un miembro se ha aplastado, y se encontró que el comportamiento en los vértices en una sección recta transversal del miembro contribuye significativamente a la cantidad de absorción de energía cuando se produce la deformación por aplastamiento. Cuando el vértice desaparece o se atenúa debido a la deformación tal como la flexión durante el aplastamiento, una fuerza de reacción se reduce significativamente. Por lo tanto, aunque resulta efectivo evitar la flexión en el vértice, resulta difícil controlar la flexión en particular cuando la deformación por aplastamiento se produce en la dirección axial. Como resultado del análisis y los experimentos relativos al aplastamiento de un miembro en la dirección axial, los inventores han encontrado que el suavizado del vértice cuando se produce la deformación por aplastamiento puede evitarse controlando la posición de la flexión. Puesto que esta técnica pretende reducir una tasa de reducción de la fuerza de reacción, el equilibrio de fuerzas total no se deteriora.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un miembro metálico hueco columniforme con una sección recta poligonal que tiene al menos cinco vértices y lados que se extienden entre los vértices, en el que: la sección recta poligonal está dividida por dos vértices (A, B) con ángulos interiores pequeños, en dos segmentos de perímetro, comprendiendo el perímetro uno o más lados, conteniendo el al menos uno de los dos segmentos de perímetro al menos cuatro lados, siendo los respectivos vértices interiores de al menos tres vértices ($V(i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots$)) incluidos en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados, iguales o menores que 180 grados, siendo una distancia ($SS(i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots$)) entre cada uno de los al menos tres vértices ($V(i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots$)) y una recta (L) que conecta los dos vértices (A, B), menor de 1/2 de una distancia entre los dos vértices (A, B), siendo el ángulo interior de un vértice (C) con el menor ángulo interior entre los al menos tres vértices ($V(i)$), mayor que los ángulos interiores de los dos vértices (A, B), y encontrándose los vértices (VI) en el segmento de perímetro que incluye al menos cuatro lados, respectivamente entre los vértices (C) con el menor ángulo interior entre los al menos tres vértices ($V(i)$) y uno (A) de los dos vértices (A, B), y entre el vértice (C) con el menor ángulo interior y el otro (B) de los dos vértices (A, B), teniendo los citados vértices (VI) ángulos interiores mayores que el ángulo interior del vértice (C) con el menor ángulo interior.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un miembro metálico hueco columniforme con una sección recta poligonal que tiene al menos cinco vértices y lados que se extienden entre los vértices, en el que: el miembro metálico hueco columniforme comprende dos secciones (J) unidas, la sección recta poligonal está dividida por dos vértices (A, B) en la proximidad de las dos secciones (J) unidas en dos segmentos de perímetro, comprendiendo un perímetro uno o más lados, conteniendo el al menos uno de los dos segmentos de perímetro al menos cuatro lados, siendo los respectivos ángulos interiores de al menos tres vértices ($V(i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots$)) incluidos en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados, iguales o menores que 180 grados, siendo una distancia ($SS(i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots$)) entre cada uno de los al menos tres vértices ($V(i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots$)) y una recta (L) que conecta los dos vértices (A, B), menor que 1/2 de una distancia entre los dos vértices (A, B), y encontrándose los vértices (VI) en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados, respectivamente entre el vértice (C) con el menor ángulo interior entre los al menos tres vértices ($V(i)$) y uno (A) de los dos vértices (A, B), y entre el vértice (C) con el menor ángulo interior y el otro (B) de los dos vértices (A, B), teniendo los citados vértices (VI) ángulos interiores mayores que el ángulo interior del vértice (C) con el menor ángulo interior.

El miembro metálico hueco columniforme de la invención es adecuado para un miembro de estructura, en particular, que constituye una estructura de un automóvil.

En la presente invención, el “polígono” significa un diagrama formado por los puntos de intersección de las rectas correspondientes a cada lado extendido. El miembro metálico hueco columniforme con la sección recta poligonal incluye un miembro con vértices que tienen curvaturas.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un miembro en el que el comportamiento en absorción de impacto y robustez se mejora sin deteriorar el equilibrio de fuerzas.

La invención se describe con detalle en conjunción con los dibujos, en los cuales:

la Fig. 1 es un diagrama para mostrar esquemáticamente la fuerza de reacción y una cantidad de aplastamiento cuando un miembro es aplastado, explicando un método para mejorar el comportamiento en absorción de impacto,

5 la Fig. 2 es una vista esquemática para explicar la relación entre la máxima carga de flexión tolerable y un ángulo interior,

la Fig. 3 es un gráfico para explicar la relación entre la máxima carga de flexión tolerable y el ángulo interior,

la Fig. 4 es una vista esquemática para explicar un estado dinámico cuando un miembro columniforme hueco es aplastado en una dirección axial,

10 la Fig. 5 es una vista esquemática para explicar la deformación geométrica y el cambio en el ángulo interior cuando se produce una flexión,

la Fig. 6 es una vista esquemática de un segmento de perímetro para explicar el cambio en los ángulos interiores de los vértices cuando la sección recta poligonal se dobla en un vértice.

la Fig. 7 es una vista esquemática de un segmento de perímetro de una sección recta poligonal del miembro columniforme hueco como ejemplo de la invención,

15 la Fig. 8 es una vista de un ejemplo de un segmento de perímetro de una sección recta poligonal de la invención, que muestra esquemáticamente una sección recta transversal del miembro columniforme hueco antes y después de la flexión, en el que, entre uno o más vértices (VI) que se presentan en las rectas aproximadas de un polígono aproximado entre dos vértices A, C y entre dos vértices B, C, el ángulo interior de al menos un vértice es mayor que el ángulo interior del vértice C. En este sentido, la marca (+) indica un vértice, de entre los vértices entre los vértices A y B, que tienen el ángulo interior mayor que los ángulos interiores de los vértices vecinos, y la marca (-) indica un vértice, de entre los vértices entre los vértices A, B, que tiene el ángulo interior menor que el ángulo interior de al menos uno de los vértices vecinos,

20

la Fig. 9 es una vista que muestra esquemáticamente una sección recta transversal del miembro columniforme hueco antes y después de la flexión, en el que, tres o más puntos no satisfacen la condición de la invención, estando los puntos situados en rectas aproximadas de un polígono aproximado entre dos vértices A', y B' de entre los vértices de un segmento de perímetro de una sección recta poligonal transversal que tiene cinco o más vértices. En este sentido, la marca (+) indica un vértice, de entre los vértices entre los vértices A' y B', que tiene el ángulo interior mayor que los ángulos interiores de los vértices vecinos, y la marca (-) indica un vértice, de entre los vértices entre los vértices A', B', que tiene el ángulo interior menor que el ángulo interior de al menos uno de los vértices vecinos,

25

30 la Fig. 10 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un segmento de perímetro de una sección recta poligonal del miembro columniforme hueco como ejemplo de la invención,

la Fig. 11 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un segmento de perímetro de una sección recta poligonal del miembro columniforme hueco como ejemplo de la invención,

35 la Fig. 12 es una vista explicativa de una sección recta transversal y de las dimensiones de un miembro como ejemplo comparativo,

la Fig. 13 es una vista explicativa de una sección recta transversal y de las dimensiones de un miembro como realización de la invención,

la Fig. 14 es un diagrama comparativo de la relación entre la fuerza de reacción y una cantidad de aplastamiento generada cuando un miembro columniforme hueco de pared delgada resulta aplastado,

40 la Fig. 15 es una vista explicativa de una sección recta transversal y de las dimensiones de un miembro como ejemplo comparativo,

la Fig. 16 es una vista explicativa de una sección recta transversal y de las dimensiones de un miembro como realización de la invención,

45 la Fig. 17 es un diagrama comparativo de la relación entre la fuerza de reacción y una cantidad de aplastamiento generada cuando un miembro columniforme hueco de pared delgada resulta aplastado, y

la Fig. 18 es un diagrama comparativo de la relación entre la fuerza de reacción y una cantidad de aplastamiento generada cuando un miembro columniforme hueco de pared delgada resulta aplastado.

En primer lugar, la base de la presente invención se explicará con referencia a las Figs. 1 a 6.

50 Para mejorar el comportamiento en absorción de impacto de un miembro columniforme hueco con una sección recta poligonal, es necesario aumentar una cantidad de absorción de energía por unidad de cantidad de aplastamiento en

la dirección axial del miembro columniforme hueco. Para aumentar la cantidad de absorción de energía, es importante mantener un valor medio de la fuerza de reacción generada cuando se produce un aplastamiento del miembro a un nivel alto.

5 Con este fin, es necesario (1) aumentar la fuerza de reacción variable debido a la deformación en el aplastamiento, como se indica mediante una línea discontinua en la Fig. 1, y (2) inhibir la disminución en la fuerza de reacción variable debido a la deformación en el aplastamiento, como se indica mediante una línea discontinua en la Fig. 1.

10 Como resultado de análisis y experimentos relativos al aplastamiento de un miembro en la dirección axial, los inventores han encontrado que (a) el aumento en la fuerza de reacción cuando el aplastamiento está afectado principalmente por el número de vértices de la sección recta transversal del miembro antes de la deformación; (b) la disminución en la fuerza de reacción cuando el aplastamiento está afectado por el número de vértices durante la deformación; y (c) el aumento en la fuerza de reacción, afectan a otro miembro vecino, mientras que la máxima fuerza de reacción no afecta a otro miembro vecino, puesto que la fuerza de reacción máxima no ha cambiado.

15 Generalmente, en el miembro columniforme hueco con la sección recta poligonal, el vértice de la sección recta poligonal puede desaparecer o atenuarse debido a la flexión durante el aplastamiento. En este caso, el miembro se deforma, teniendo una sección recta con menos vértices que los vértices originales. Cuando el vértice de la sección recta se atenúa, la longitud de un lado de la sección recta poligonal aumenta, por lo que un ciclo de pandeo se extiende. Puesto que el ciclo de pandeo corresponde a un ciclo de fluctuación de la fuerza de reacción, el número de picos de la fuerza de reacción durante el aplastamiento disminuye cuando el ciclo de pandeo se extiende. Por lo tanto, la fuerza de reacción máxima del miembro antes del pandeo puede ser elevada aumentando el número de vértices de la sección recta poligonal. No obstante, puesto que un ángulo interior del vértice aumenta cuando el número de los vértices de la sección recta poligonal aumenta, el miembro puede doblarse con facilidad, por lo que la fuerza de reacción después de que el miembro ha sido doblado puede disminuir significativamente.

20 Puesto que es inevitable que el miembro columniforme hueco con la sección recta poligonal se doble durante el aplastamiento, es importante cómo se dobla el miembro, con el fin de mejorar el comportamiento en la absorción de impacto del miembro. Además, puesto que la fuerza de reacción ha disminuido debido a la flexión, una cantidad de disminución en la fuerza de reacción puede ser controlada controlando la flexión, con el fin de reducir el número de vértices que se atenúan cuando se produce la deformación.

25 Como resultado de análisis y experimentos relativos al aplastamiento de un miembro columniforme hueco con una sección recta poligonal, los inventores han encontrado que la atenuación de los vértices puede ser evitada controlando la posición de la flexión, no reduciendo la frecuencia de la flexión; y que el ángulo interior del vértice es un factor importante para controlar la posición de la flexión.

30 Generalmente, en el miembro columniforme hueco con la sección recta poligonal, dado que el ángulo interior del vértice en la sección recta transversal ha aumentado, el miembro columniforme hueco puede ser doblado fácilmente. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 2, en un sistema que incluye dos barras deformables elásticas, en el que cada barra tiene solo una dirección longitudinal y están conectadas entre sí en un extremo de las mismas con un ángulo θ , y el extremo opuesto de cada barra se ha fijado, la máxima carga de flexión tolerable inmediatamente antes de la iniciación de la flexión, cuando se aplica una carga a la parte de conexión o a un vértice de lo anterior como se indica mediante una flecha F, puede ser analizada teniendo en cuenta las características mecánicas de los materiales. Como se muestra en la Fig. 3, cuando la máxima carga de flexión tolerable con un ángulo θ de 90 grados es igual a 1,00, la máxima carga de flexión tolerable con un ángulo θ de 120 grados y de 150 grados son aproximadamente 0,30 y 0,04, respectivamente.

35 Como se ha descrito anteriormente, puede entenderse a partir de la Fig. 3 que la máxima carga de flexión tolerable es muy sensible al ángulo interior del vértice. Por lo tanto, determinando apropiadamente la magnitud del ángulo interior de cada vértice en la sección recta poligonal, puede controlarse el modo de deformación del miembro columniforme hueco con la sección recta poligonal, y puede mejorarse la robustez del mismo.

40 Por otro lado, en la deformación por aplastamiento del miembro columniforme hueco con la sección recta poligonal, se aplica una fuerza al miembro columniforme hueco en la dirección axial del mismo. Antes de la deformación, como se muestra en la Fig. 4, se aplica una carga de tracción a cada vértice de la sección recta poligonal, donde la carga de tracción se dirige a los vértices vecinos. Cuando el miembro columniforme hueco se ha doblado, el ángulo interior del vértice en la porción doblada ha aumentado (+), mientras que el ángulo interior de los vértices vecinos al vértice en la porción doblada ha disminuido (-) bajo la condición geométrica. Por lo tanto, la periferia de la porción doblada no está muy doblada (Fig. 5). De manera similar, el ángulo interior de otro vértice vecino es mayor (+). En otras palabras, cuando se produce la flexión en un vértice, los ángulos interiores aumentan o disminuyen ((+) o (-)) de manera alterna, por lo que el vértice cuyo ángulo interior se ha incrementado más es probable que se atenúe o desaparezca (Fig. 6).

45 A la vista de tal flexión del miembro columniforme hueco, la presente invención puede ser aplicada a un miembro columniforme hueco con una sección recta poligonal que tenga al menos cinco vértices. Aunque, dependiendo de la dirección de la carga cuando se produce el aplastamiento, la posición en la sección recta poligonal, en la que la

flexión se produce y el vértice se atenúa, se determina principalmente mediante las posiciones y las magnitudes de los ángulos interiores de los vértices, y la existencia de una porción conectada de una pestaña, etc. Además, es preferible que el miembro columniforme hueco esté construido de metal, puesto que es importante que el material del miembro columniforme hueco tenga una resistencia y una ductilidad elevadas, con el fin de mejorar el comportamiento en absorción de energía, y que tenga una anisotropía pequeña (es decir, que mantenga la ductilidad incluso en una condición de estrés complicada).

Por otro lado, puesto que la flexión se produce con facilidad en una deformación por aplastamiento "de tipo compacto" en la dirección axial, es preferible que el miembro columniforme hueco con la sección recta poligonal tenga dimensiones tales que la deformación por aplastamiento "de tipo compacto" se produzca en la dirección axial. Concretamente, una relación de una distancia "D" entre los vértices de la sección recta poligonal y un espesor de placa "t" (t/D) es preferiblemente 0,005 o más, más preferiblemente, 0,010 o más. Además, una relación de una longitud longitudinal "h" de la sección recta poligonal (h/H) es preferiblemente 0,10 o más, más preferiblemente, 0,15 o más. En este sentido, la "longitud mínima" de la sección recta poligonal significa una distancia mínima entre dos rectas paralelas que están en contacto tangencialmente con la sección recta transversal del miembro columniforme hueco. Además, el "tipo compacto" se explica en una pluralidad de documentos, y significa un patrón constante cuando se produce la deformación por aplastamiento en la dirección axial.

A continuación, se explica una primera realización de la presente invención.

Primero, en una sección recta poligonal que tiene al menos cinco vértices y lados que se extienden entre los vértices, se seleccionan dos vértices "A" y "B" con ángulos interiores pequeños, y un perímetro de la sección recta poligonal está dividido por dos vértices A y B en dos segmentos de perímetro con uno o más lados. En este sentido, se seleccionan dos vértices A y B de manera que al menos uno de los dos segmentos de perímetro contenga al menos cuatro lados. A continuación, una recta que conecta dos vértices A y B se determina como "L", y la longitud de la recta L (es decir, una distancia entre dos vértices A y B) se determina como "S". Además, una distancia entre la recta L y cada uno de los al menos tres vértices (V (i) ($i = 1, 2, 3, \dots$)) incluidos en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados se determina como "SS (i)" ($i = 1, 2, 3, \dots$). A este respecto, si $SS(i) < 0,5 S$ es cierto (es decir, el ángulo interior es mayor que 90 grados) y los ángulos interiores de vértices V (i) en la sección recta poligonal son todos iguales o menores que 180 grados (Fig. 7), entonces al menos uno de los vértices V (i) en los segmentos de perímetro entre los vértices A y B es probable que se atenúe debido a la flexión.

Cuando al menos tres vértices V (i) incluyen un vértice con el ángulo interior de 180 grados o más, el lado se extiende hacia fuera del vértice. Como resultado, cuando el miembro columniforme hueco es aplastado, el vértice con el ángulo interior de 180 grados o más se deforma de una manera significativamente diferente de los otros vértices. Por lo tanto, la deformación del miembro columniforme hueco durante el aplastamiento se complica, por lo que es difícil controlar la deformación.

Por otro lado, cuando $SS(i) < \alpha S$ ($\alpha > 0$) es cierto, y α disminuye (es decir, cuando los ángulos interiores de los vértices V (i) aumentan), al menos uno de los vértices V (i) es probable que desaparezca debido a la flexión.

Además, en la presente realización, el ángulo interior del vértice C con el ángulo interior más pequeño de entre los vértices V (i) es mayor que los ángulos interiores de los dos vértices A, B. Asimismo, entre los vértices que existen en el segmento de perímetro seleccionado y entre los vértices A y B o entre los vértices B y C, los vértices que tienen ángulos interiores mayores que el ángulo interior del vértice C se denominan vértices V (I). El vértice V (I) preferencialmente se convierte en un punto de inicio de la flexión cuando el miembro columniforme hueco es aplastado y deformado, y los vértices A, B y C distintos de los vértices V (I) apenas se doblan, por lo que la atenuación de los vértices A, B y C puede ser evitada. En otras palabras, en esta realización, $\angle A < \angle C < \angle V(I)$ es cierto, y $\angle B < \angle C < \angle V(I)$ es cierto. A este respecto, $\angle A$, $\angle B$, $\angle C$ y $\angle V(I)$ representan los ángulos interiores de los vértices A, B, C y VI, respectivamente.

Por otro lado, cuando la condición de la presente invención no se satisface, (es decir, como se muestra en la Fig. 9, de entre al menos tres vértices que se encuentran en el segmento de perímetro y de entre dos vértices A' y B', el ángulo interior del vértice C' es mayor que los ángulos interiores de otros vértices V₁ y V₂), más vértices se atenúan debido a la flexión cuando el miembro columniforme hueco es aplastado. En el ejemplo de la Fig. 9, los vértices A', B', V₁ y V₂ se atenuarán; como resultado, la fuerza de reacción del miembro columniforme hueco disminuirá significativamente.

Para que los vértices V (I) preferencialmente se doblen, es preferible que la diferencia entre los ángulos interiores de los vértices VI y C sea lo más grande posible. Preferiblemente, la diferencia es 10 grados, y más preferiblemente, la diferencia es 20 grados. Además, cuando existe una pluralidad de vértices C que tienen el mismo ángulo interior, los vértices C son adyacentes entre sí. Si no son adyacentes entre sí (es decir, dos puntos que tienen ángulos interiores pequeños en la Fig. 9 corresponden a los vértices C), el número de vértices que se atenúan no puede ser reducido, como se muestra en la Fig. 9.

Además, es importante que la relación anterior entre los vértices A, B, C y VI se satisfaga en al menos una parte de la sección recta transversal del miembro columniforme hueco, y no es necesario que la relación anterior se satisfaga

en todos los vértices de la sección recta. Por ejemplo, en el caso de que el miembro parcialmente tenga una ranura longitudinal y la sección recta incluya el vértice con el ángulo interior de 180 grados o más, si la relación correspondiente al ángulo interior de la invención se satisface en la otra área, la reducción en la fuerza de reacción variable debido a la deformación cuando se produce el aplastamiento puede evitarse.

- 5 Aumentando las áreas en las que la distribución y la relación de posición de los ángulos interiores de los vértices en la sección recta transversal tal como se ha descrito anteriormente se satisfacen, la posición de flexión en la sección recta poligonal puede ser controlada, por lo que el número de vértices que se atenúan puede reducirse.

A continuación, se explica otra realización de la presente invención.

- 10 Cuando el miembro columniforme hueco tiene dos secciones "J" conectadas, tal como pestañas, el espesor de la sección J conectada es relativamente grande debido a la superposición de las placas. Por lo tanto, los vértices A y B de la sección recta transversal, más cercanos a las dos secciones J conectadas, apenas se atenúan o desaparecen debido a la flexión. Cuando una recta que conecta dos vértices A y B se determina como "L", la longitud de la recta L (es decir, la distancia entre los vértices A y B) se determina como "S", y la distancia entre la recta L y cada uno de los al menos tres vértices (V (i) (i = 1, 2, 3,...) incluidos en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro
- 15 lados se determina como "SS (i)" (i = 1, 2, 3,...), si $SS(i) < 0,5 S$ es cierto (es decir, el ángulo interior es mayor que 90 grados) y los ángulos interiores de los vértices V (i) en la sección recta poligonal son todos iguales o menores que 180 grados (Figs. 10 y 11), entonces al menos uno de los vértices V (i) en los segmentos de perímetro entre los vértices A y B es probable que se atenúe debido a la flexión.

- 20 Cuando al menos tres vértices V (i) incluyen un vértice con el ángulo interior de 180 grados o más, el lado se extiende hacia fuera del vértice. Como resultado, cuando el miembro columniforme hueco se aplasta, el vértice con el ángulo interior de 180 grados o más se deforma de manera significativamente diferente de los otros vértices.

Por lo tanto, la deformación del miembro columniforme hueco durante el aplastamiento se complica, por lo que es difícil controlar la deformación.

- 25 Por otro lado, cuando $SS(i) < \alpha S$ ($\alpha > 0$) es cierto, dado que α ha disminuido (es decir, dado que los ángulos interiores de los vértices V (i) han aumentado), al menos uno de los vértices V (i) es probable que se atenúe debido a la flexión.

- Además, en la presente realización, el ángulo interior del vértice C con el menor ángulo interior entre los vértices V (i) es mayor que los ángulos interiores de los dos vértices A, B. Asimismo, de entre los vértices que existen en el segmento de perímetro seleccionado y entre los vértices A y B o entre los vértices B y C, los vértices que tienen
- 30 ángulos interiores mayores que el ángulo interior del vértice C se denominan vértices V (I). El vértice V (I) preferencialmente es el punto de inicio de la flexión cuando el miembro columniforme hueco resulta aplastado y deformado, y los vértices A, B y C distintos de los vértices V (I) están apenas doblados, por lo que la atenuación de los vértices A, B y C puede evitarse. En otras palabras, en esta realización, $\angle A < \angle C < \angle VI$ es cierto, y $\angle B < \angle C < \angle VI$ es cierto. En este sentido, $\angle A$, $\angle B$, $\angle C$ y $\angle VI$ representan los ángulos interiores de los
- 35 vértices A, B, C y VI, respectivamente.

- Por otro lado, cuando la condición de la presente invención no se satisface, (es decir, como se muestra en la Fig. 9, de entre al menos tres vértices que existen en el segmento de perímetro y entre dos vértices A' y B', el ángulo interior del vértice C' es mayor que los ángulos interiores de otros vértices V₁ y V₂), se atenúan más vértices debido a la flexión cuando el miembro columniforme hueco resulta aplastado. En el ejemplo de la Fig. 9, los vértices A', B', V₁
- 40 y V₂ se atenuarán; como resultado, la fuerza de reacción del miembro columniforme hueco disminuirá significativamente.

- Para que los vértices V (I) se doblen preferencialmente, es preferible que la diferencia entre los ángulos interiores de los vértices VI y C sea lo más grande posible. Preferiblemente, la diferencia es 10 grados, y más preferiblemente, 20
- 45 grados. Además, cuando existen una pluralidad de vértices C que tienen el mismo ángulo interior, los vértices C son adyacentes entre sí. Si no son adyacentes entre sí (es decir, dos puntos que tienen ángulos interiores pequeños en la Fig. 9 corresponden a los vértices C), el número de vértices que se atenúan no puede ser reducido como se muestra en la Fig. 9.

- Además, es importante que la relación anterior entre los vértices A, B, C y VI se satisfaga en al menos una parte de la sección recta transversal del miembro columniforme hueco, y no es necesario que la relación anterior se satisfaga
- 50 en todos los vértices de la sección recta. Por ejemplo, en el caso de que el miembro tenga parcialmente una ranura longitudinal y que la sección recta incluya el vértice con el ángulo interior de 180 grados o más, si la relación correspondiente al ángulo interior de la invención se satisface en la otra área, la reducción en la fuerza de reacción variable debido a la deformación cuando se produce el aplastamiento, puede evitarse.

- Creando un área que incluye dos secciones J unidas, tal como pestañas, en las que la distribución y la relación de
- 55 posición de los ángulos interiores de los vértices en la sección recta transversal tal como se ha descrito anteriormente se satisfacen, la posición de flexión en la sección recta poligonal puede ser controlada, por lo que el

número de vértices que se atenúan puede reducirse.

El miembro metálico hueco columniforme de la presente invención es particularmente adecuado para un miembro de estructura que constituye una estructura de un automóvil. En el campo de la automoción, muchos diseñadores e investigadores abordan muchos problemas: mejorar el comportamiento en seguridad frente a las colisiones, reducir el peso del cuerpo del vehículo para mejorar la eficiencia en consumo, y acortar un periodo de desarrollo para muchos tipos de vehículos teniendo en cuenta la globalización, etc.

Por lo que respecta al comportamiento en seguridad frente a las colisiones, en Japón, se ha establecido un estándar equivalente a los criterios uniformes de UN (regla ECE), R94 (la protección de un ocupante en el caso de una colisión frontolateral), y ha sido aplicado a los modelos nuevos en o después de 2007. Este estándar ha sido aplicado también a los vehículos comerciales que pesan 2,5 toneladas o menos. En Estados Unidos, la adición de un impacto frontolateral a la velocidad de 32 km/h en el estándar FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard, en inglés) 214 se ha planteado desde 2009. Además, el FMVSS 301 ha sido revisado de manera que un impacto trasero lateral a la velocidad de 80 km/h se ha utilizado desde 2006.

Por lo que respecta a la eficiencia en consumo de un automóvil, en Japón, la "Ley sobre el uso racional de la energía" ha sido revisada y ha entrado en vigor en Abril de 2006, y el "Estándar sobre la eficiencia en combustible para vehículos pesados" (Fuel Efficiency Standard for Heavy Duty Vehicles", en inglés) debería estar listo para 2015. En Estados Unidos, el gobierno federal publicó una revisión borrador relativa al sistema CAFE para camiones pequeños de modelo 2008 – 2011. Tanto en el gobierno federal como en el de California, el endurecimiento de los límites en el siguiente periodo se encuentra en discusión.

Por lo que respecta a la globalización, la cantidad de exportaciones de automóviles ha aumentado significativamente en los últimos años. Por ejemplo, la cantidad de exportaciones en 2005 aumentó rápidamente en un 22% en comparación con 2001. Se espera que la producción de ultramar supere a la producción doméstica de todos los fabricantes de Japón, debido al avance de los fabricantes japoneses en Rusia, etc.

A la vista de tal situación, con el fin de acortar el tiempo de diseño, de reducir el peso del cuerpo del vehículo y de mejorar rápidamente el comportamiento en seguridad frente a colisiones, la presente invención puede contribuir a la reducción del trabajo de un diseñador de coches y al ahorro de peso del cuerpo del vehículo, puesto que el comportamiento en seguridad frente a colisiones puede mejorar solo con disponer la distribución de los ángulos interiores sin cambiar el equilibrio de fuerzas en toda la estructura en la presente invención. Existen muchos componentes en el automóvil a los cuales se aplica la carga dinámica cuando se produce la colisión. En particular, la presente invención puede contribuir significativamente en el diseño de un miembro de absorción de energía, tal como una caja de choque y un miembro frontolateral que contribuyen significativamente a una cantidad de absorción de energía cuando se produce una colisión frontal, o un miembro lateral trasero que contribuye significativamente en una cantidad de absorción de energía cuando se produce una colisión trasera.

Ejemplo

A continuación en esta memoria, se explicará el efecto de la presente invención con referencia a ejemplos.

Primero, como se muestra en las Figs. 12 y 13, en relación con los miembros columniforme hueco de pared delgada 100 y 200 que tienen dos tipos de secciones rectas generalmente decagonales, los inventores compararon la relación entre una fuerza de reacción cuando se produce el aplastamiento y una cantidad de aplastamiento. Las dimensiones de las secciones rectas se indican en la Fig. 12 (miembro 100) y en la Fig. 13 (miembro 200). El miembro 200 correspondía a la forma de un ejemplo de la presente invención. Los dos miembros 100 y 200 se realizaron de acero JSC590Y, tenían una longitud de 300 mm, un espesor de chapa de 1,6 mm. Además, todas las esquinas de los miembros tenían una curvatura de $1,35 \text{ mm}^{-1}$. Cuando un cuerpo impactante con un peso de 700 kg colisionó con cada miembro en la dirección axial (o en la dirección perpendicular al papel de las Figs. 12 y 13) y en la dirección de compresión a una velocidad inicial de 5,0 m/s, la relación entre la fuerza de reacción cuando se produce el aplastamiento y la cantidad de aplastamiento se evaluó mediante análisis, y se comparó entre los miembros 100 y 200 (Fig. 14).

A continuación, en relación con los miembros columniforme hueco de pared delgada 300 y 400 con dos tipos de secciones rectas generalmente decagonales, los inventores compararon la relación entre una fuerza de reacción cuando se produjo el aplastamiento y una cantidad de aplastamiento. Las dimensiones de las secciones rectas se indican en la Fig. 15 (miembro 300) y en la Fig. 16 (miembro 400). El miembro 400 correspondía a la forma de un ejemplo de la presente invención. Tanto el miembro 300 como el 400 se realizaron de acero JSC590Y, tenían una longitud de 150 mm, un espesor de chapa de 1,6 mm. Además, todas las esquinas de los miembros tenían una curvatura de $1,35 \text{ mm}^{-1}$. Cuando un cuerpo impactante de 700 kg de peso colisionó con cada miembro en la dirección axial (o en la dirección perpendicular al papel de las Figs. 15 y 16) y en la dirección de compresión a una velocidad inicial de 5,0 m/s, la relación entre la fuerza de reacción cuando se produjo el aplastamiento y la cantidad de aplastamiento se evaluó mediante análisis, y se comparó entre los miembros 300 y 400 (Fig. 17).

Además, en relación con los miembros 300 y 400, los inventores realizaron el análisis del aplastamiento similar cuando el ángulo de colisión se inclinó un grado con respecto a la dirección axial (es decir, se inclinó un grado hacia

el lado derecho con respecto a la dirección perpendicular al papel de las Figs. 15 y 16), y observaron el efecto debido al cambio en las condiciones de entorno de la relación entre la fuerza de reacción y la cantidad de aplastamiento (Fig. 18).

5 En cualquiera de los ejemplos, en el miembro de la presente invención, aunque un pico inicial de la fuerza de reacción fue igual que el miembro que no se incluyó en la invención, la reducción significativa de la fuerza de reacción con respecto al pico inicial cuando la flexión se limitó más que el miembro fuera de la invención. Además, incluso cuando la condición de entorno cambió, se observó que la relación entre la fuerza de reacción y la cantidad de aplastamiento (es decir, el comportamiento en absorción de energía) no cambió substancialmente en el miembro de la invención. De acuerdo con la presente invención, el comportamiento en absorción de energía y robustez puede
10 mejorar aun manteniendo la fuerza de reacción máxima del miembro.

REIVINDICACIONES

1. Un miembro metálico hueco columniforme con una sección recta poligonal que tiene al menos cinco vértices y lados que se extienden entre los vértices, la sección recta poligonal está dividida por dos vértices (A, B) con ángulos interiores pequeños en dos segmentos de perímetro, comprendiendo un perímetro uno o más lados, caracterizado por que el al menos uno de los dos segmentos de perímetro contiene al menos cuatro lados,
- 5 los respectivos ángulos interiores de al menos tres vértices (V (i) (i = 1, 2, 3,...)) incluidos en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados son iguales o menores que 180 grados,
- una distancia (SS (i) (i = 1, 2, 3,...)) entre cada uno de los al menos tres vértices (V (i) (i = 1, 2, 3,...)) y una recta (L) que conecta los dos vértices (A, B) es menor que 1/2 de una distancia entre los dos vértices (A, B),
- 10 el ángulo interior de un vértice (C) con el ángulo interior menor de entre los al menos tres vértices (V (i) es mayor que los ángulos interiores de los dos vértices (A, B) y
- los vértices (VI) se encuentran en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados, respectivamente entre el vértice (C) con el menor ángulo interior de entre los al menos tres vértices (V (i)) y uno (A) de los dos vértices (A, B), y entre el vértice (C) con el menor ángulo interior y el otro (B) de los dos vértices (A, B), teniendo los
- 15 citados vértices (VI) ángulos interiores mayores que el ángulo interior del vértice (C) con el menor ángulo interior.
2. Un miembro metálico hueco columniforme con una sección recta poligonal que tiene al menos cinco vértices y lados que se extienden entre los vértices, caracterizado por que:
- el miembro metálico hueco columniforme comprende dos secciones (J) unidas,
- 20 la sección recta poligonal está dividida por dos vértices (A, B) en la proximidad de las dos secciones (J) en dos segmentos de perímetro con un perímetro que comprende uno o más lados, conteniendo el al menos uno de los dos segmentos de perímetro al menos cuatro lados,
- los respectivos ángulos interiores de al menos tres vértices (V (i) (i = 1, 2, 3,...)) incluidos en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados son iguales o menores que 180 grados,
- 25 una distancia (SS (i) (i = 1, 2, 3,...)) entre cada uno de los al menos tres vértices (V (i) (i = 1, 2, 3,...)) y una recta (L) que conecta los dos vértices (A, B) es menor que 1/2 de una distancia entre los dos vértices (A, B), y
- los vértices (VI) se encuentran en el segmento de perímetro que incluye los al menos cuatro lados, respectivamente entre el vértice (C) con el menor ángulo interior de entre los al menos tres vértices (V (i)) y uno (A) de los dos vértices (A, B), y entre el vértice (C) con el menor ángulo interior y el otro (B) de los dos vértices (A, B), teniendo los citados vértices (VI) ángulos interiores mayores que el ángulo interior del vértice (C) con menor ángulo interior.
- 30 3. El miembro metálico hueco columniforme de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que un propósito buscado del miembro metálico hueco columniforme es una estructura de un automóvil.

Fig.1



Fig.2

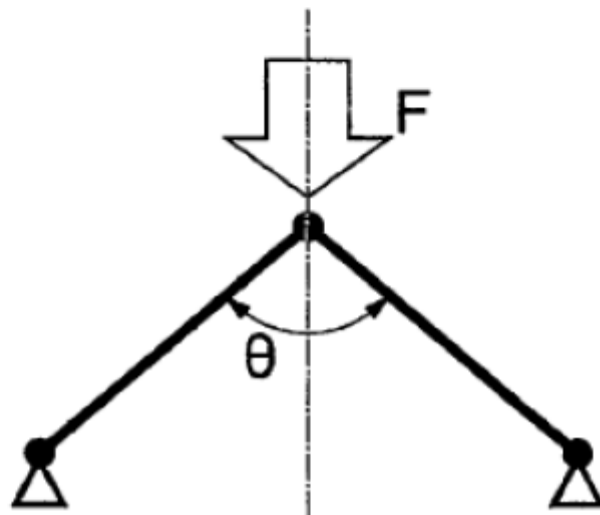


Fig.3

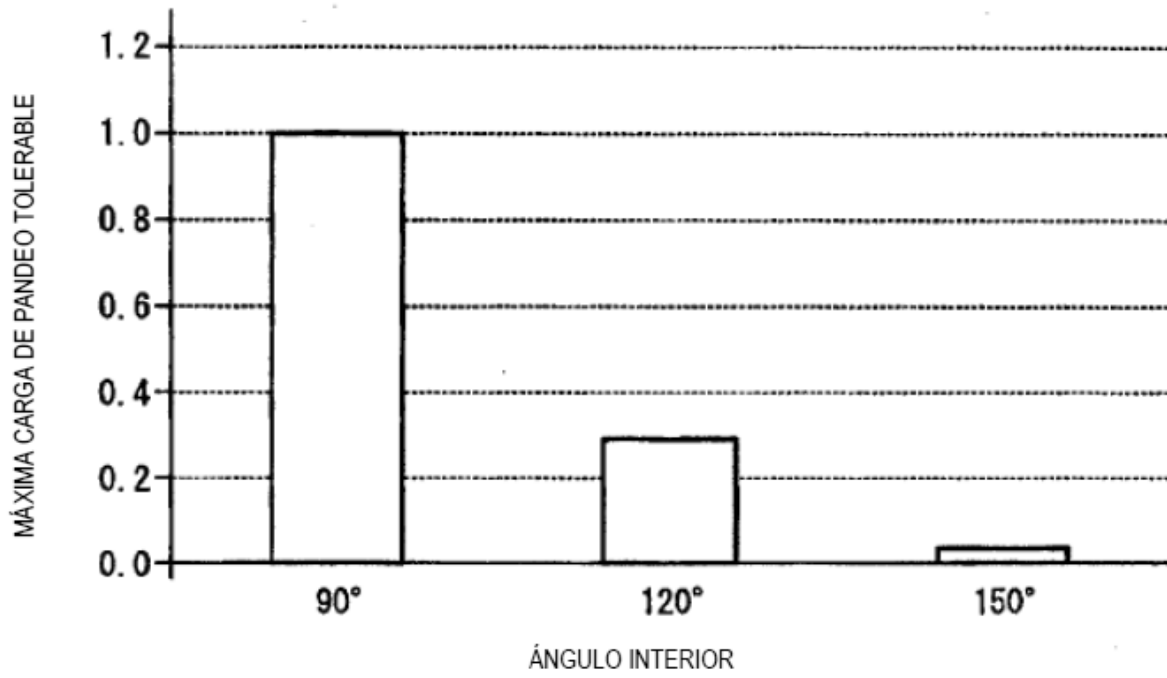


Fig.4

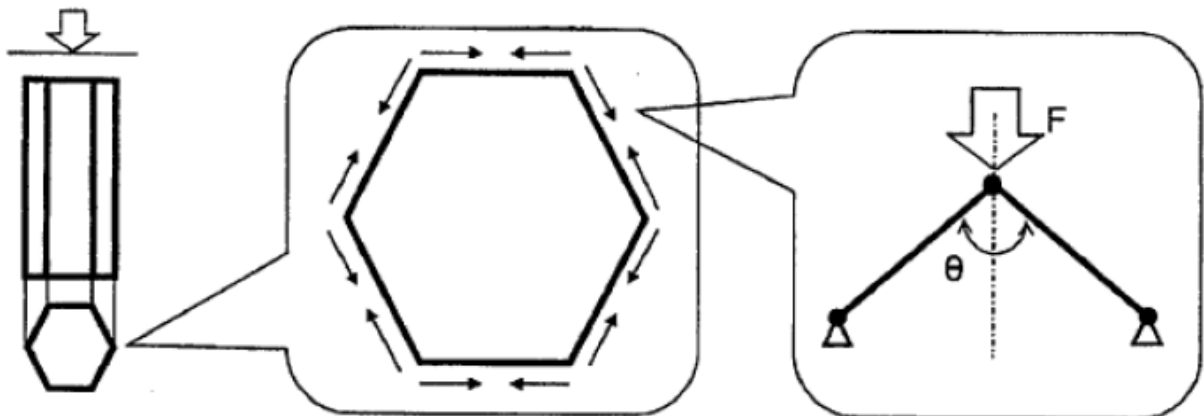


Fig.5

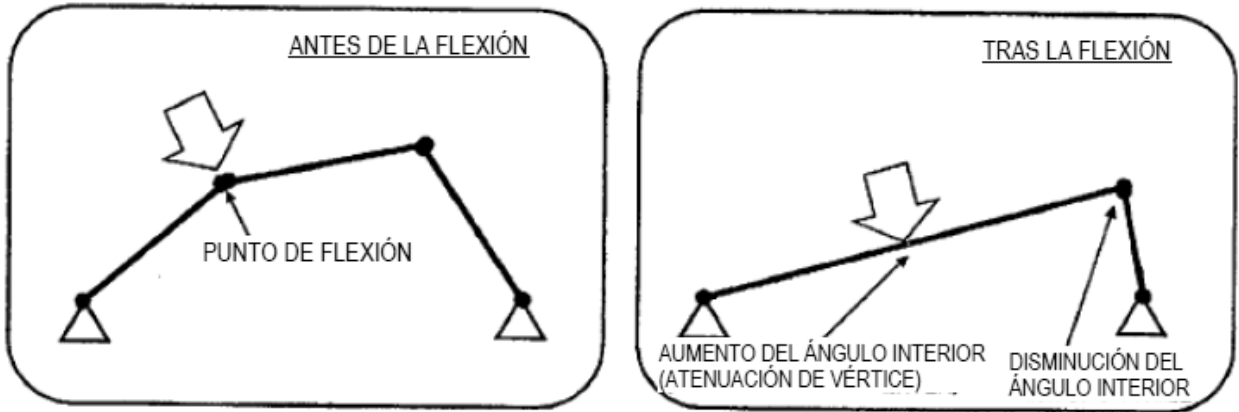


Fig.6

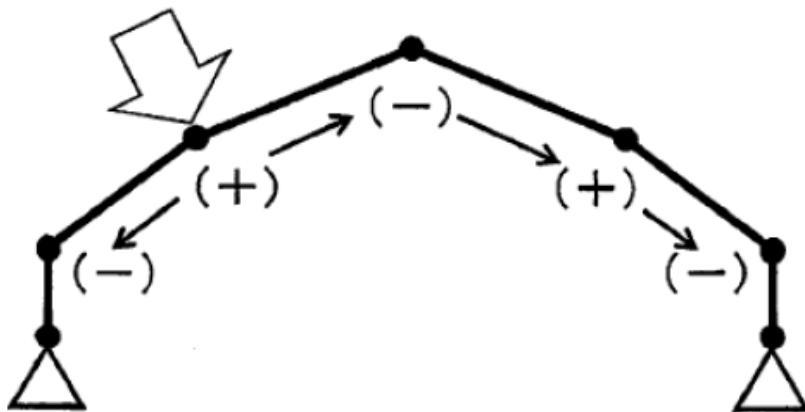


Fig.7

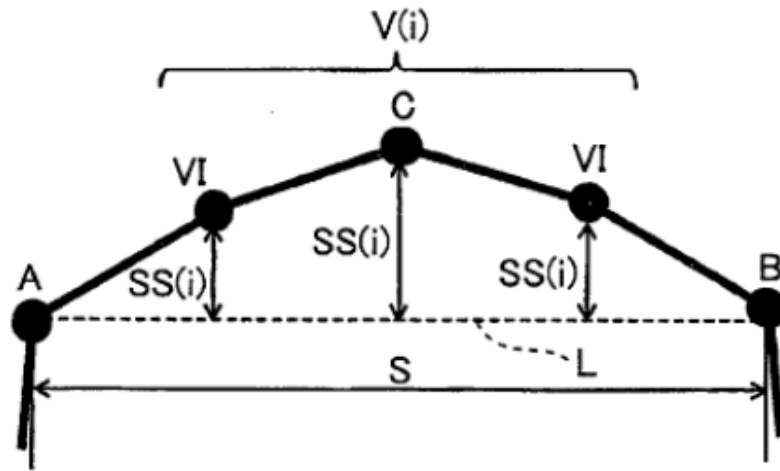


Fig.8

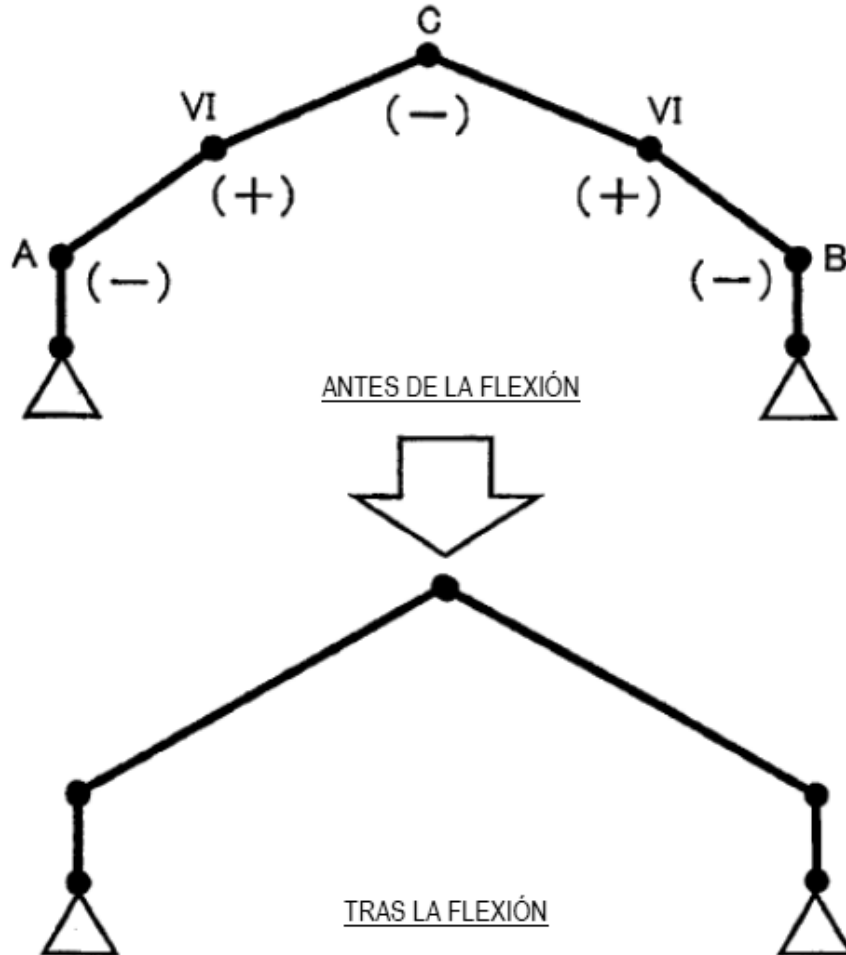


Fig.9

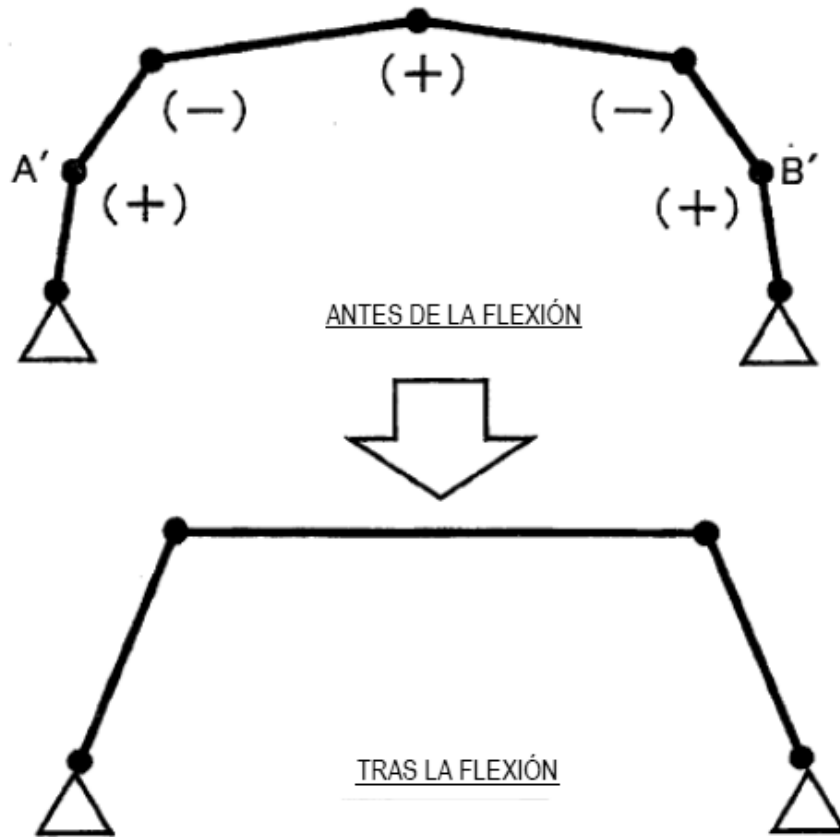


Fig.10

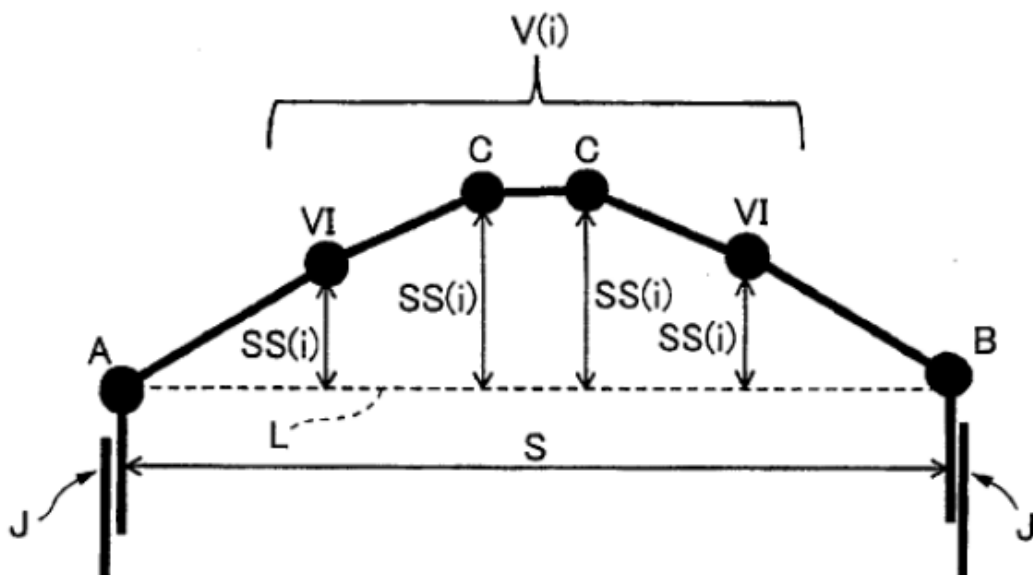


Fig.11

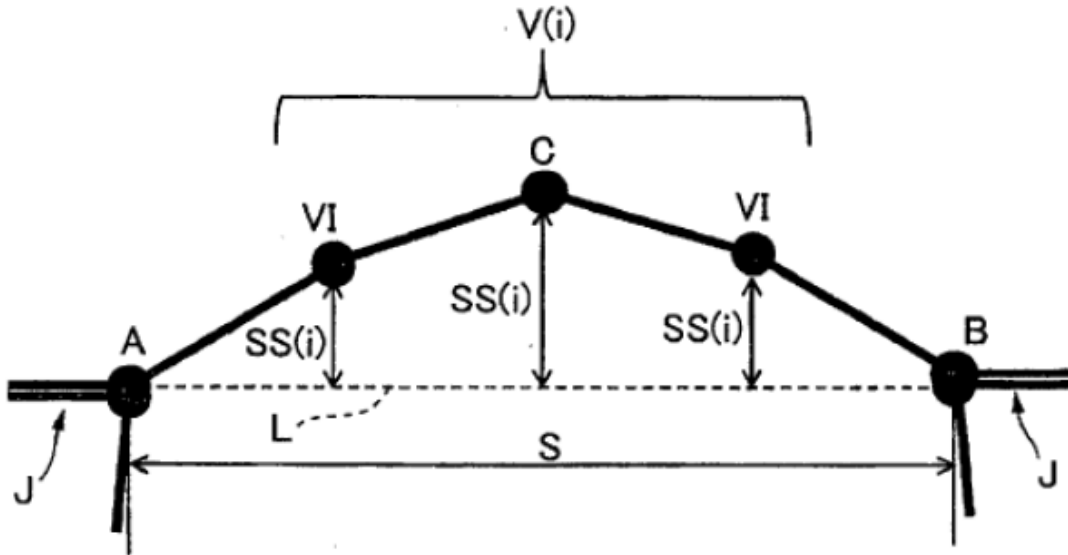


Fig.12

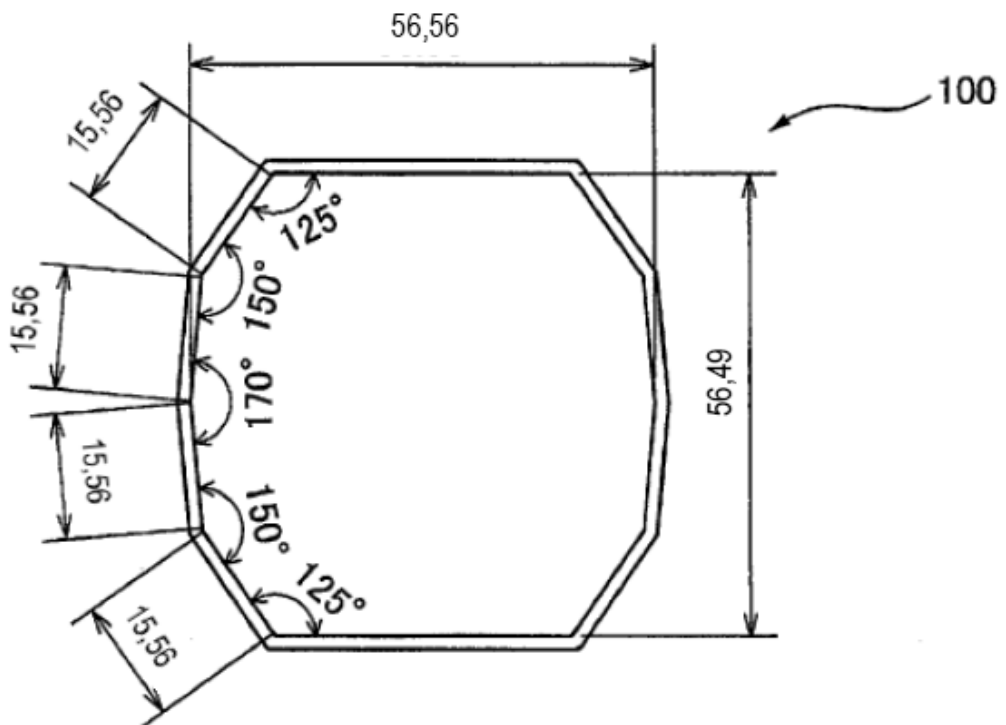


Fig.13

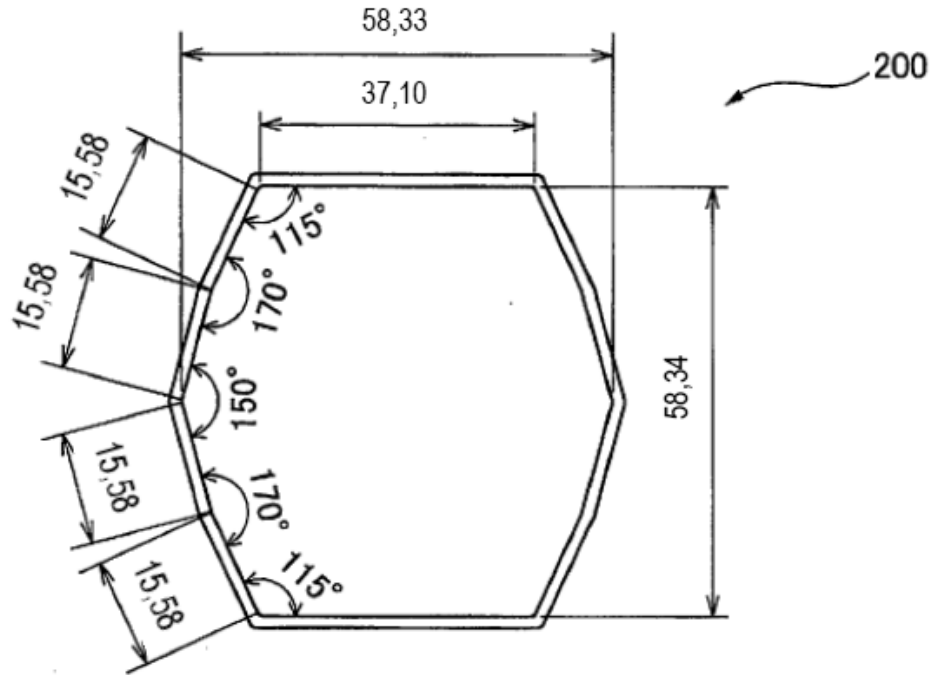


Fig.14

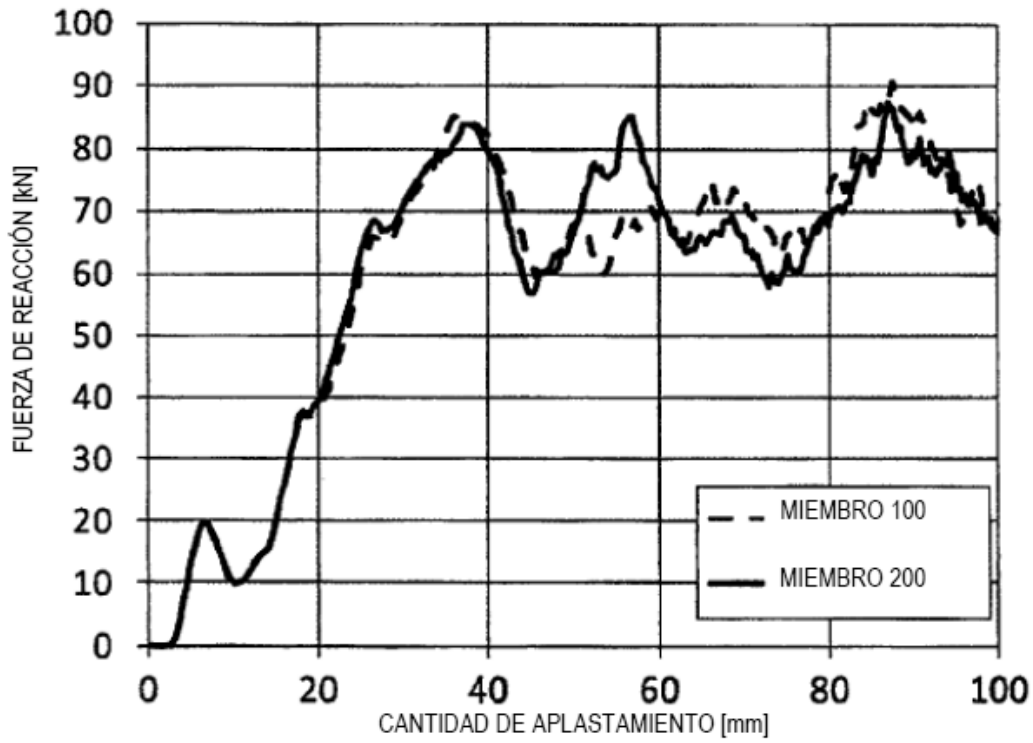


Fig.15

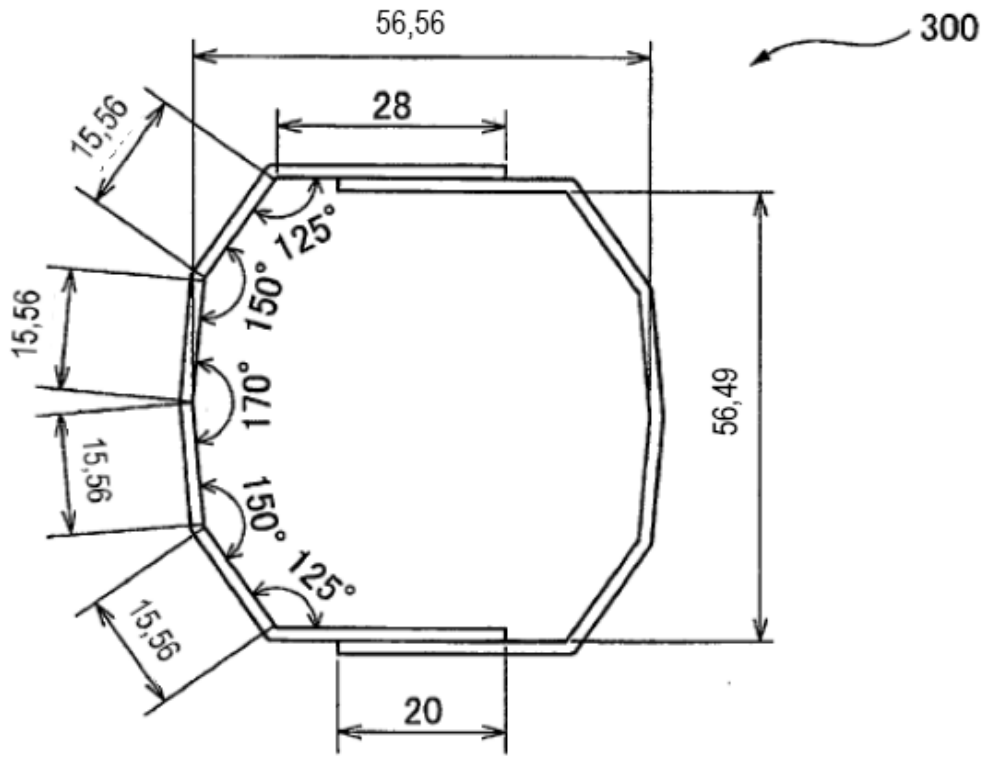


Fig.16

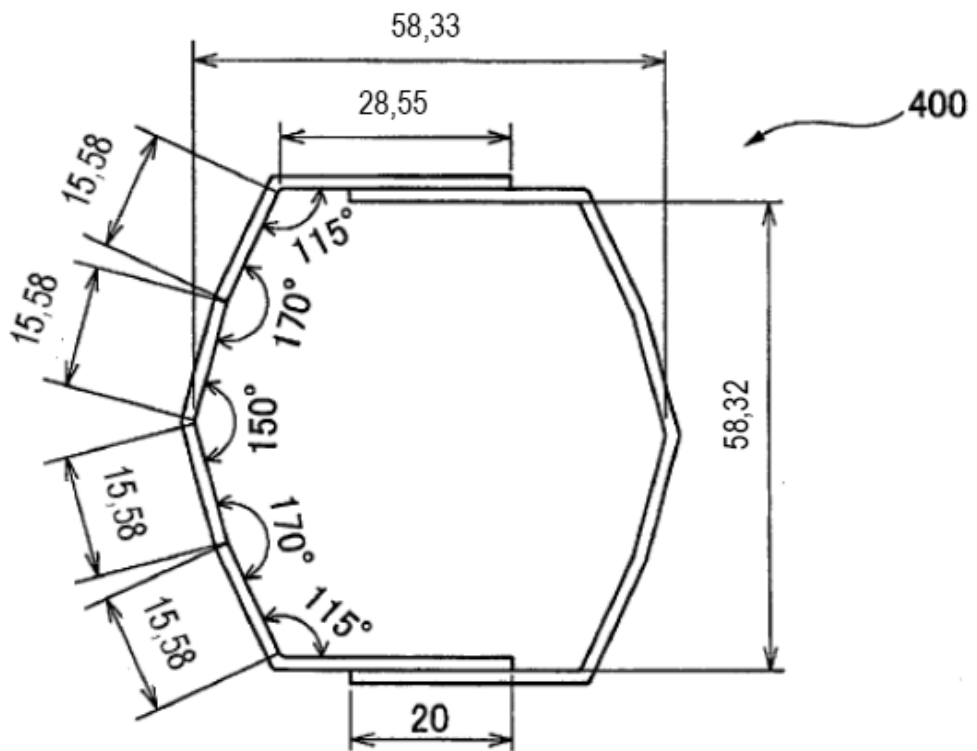


Fig.17

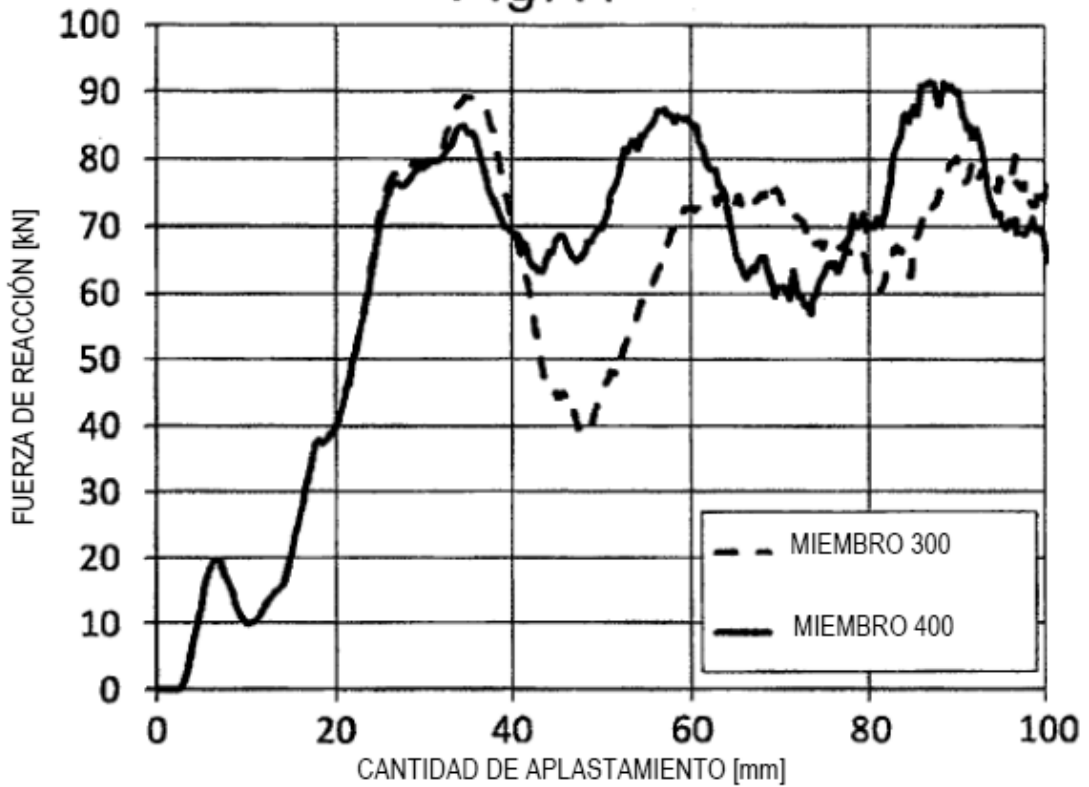


Fig.18

