

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02003/027416

発行日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(43) 国際公開日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

E04G 23/02

F1

E04G 23/02

D

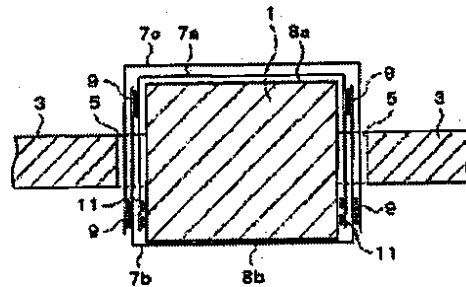
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 39 頁)

出願番号	特願2003-530964 (P2003-530964)	(71) 出願人	500007587 構造品質保証研究所株式会社 東京都千代田区九段北一丁目11番5号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2001/008287	(74) 代理人	100075085 弁理士 武田 正彦
(22) 国際出願日	平成13年9月25日(2001.9.25)	(74) 代理人	100089303 弁理士 滝口 昌司
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CN, JP, KR, MK, RO, US	(74) 代理人	100074734 弁理士 中里 浩一
		(74) 代理人	100086265 弁理士 川崎 仁
		(72) 発明者	五十嵐 俊一 日本国東京都千代田区九段北一丁目11番5号 構造品質保証研究所株式会社内

(54) 【発明の名称】 構造物の補強構造、補強材料、免震装置および補強方法

## (57) 【要約】

角型部材1と扁平部材3の接合部に、扁平部材3を貫通するスリット5を設ける。補強材7aの両端を、角型部材1の側面8a側からスリット5に通し、接着剤11で角型部材1に仮付けする。次に、補強材7bの両端を角型部材1の側面8b側からスリット5に通し、接着剤9で補強材7aに接着する。さらに、補強材7cの両端を角型部材1の側面8a側からスリット5に通し、接着剤9で補強材7bに接着する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

隣接する複数の部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法であって、近接した、もしくは接合された第 1 の部材と他の部材の間を貫通する空間に補強材を通すことを特徴とする構造物の補強方法。

## 【請求項 2】

前記空間は、近接する第 1 の部材と他の部材の間の隙間であることを特徴とする請求項 1 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 3】

前記空間は、接合された第 1 の部材と他の部材の接合部に設けられたスリットまたは孔であることを特徴とする請求項 1 記載の構造物の補強方法。 10

## 【請求項 4】

前記空間に通された補強材は、少なくとも一端に接着面が設けられたシート材であることを特徴とする請求項 1 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 5】

前記空間に通された補強材は、両端に接着面が設けられた帯状材であることを特徴とする請求項 1 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 6】

隣接する複数の部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強構造であって、近接した、もしくは接合された第 1 の部材と他の部材の間を貫通する空間に補強材が通されたことを特徴とする構造物の補強構造。 20

## 【請求項 7】

前記空間は、近接する第 1 の部材と他の部材の間の隙間であることを特徴とする請求項 6 記載の構造物の補強構造。

## 【請求項 8】

前記空間は、接合された第 1 の部材と他の部材の接合部に設けられたスリットまたは孔であることを特徴とする請求項 6 記載の構造物の補強構造。

## 【請求項 9】

前記空間に通された補強材は、少なくとも一端に接着面が設けられたシート材であることを特徴とする請求項 6 記載の構造物の補強構造。 30

## 【請求項 10】

前記空間に通された補強材は、両端に接着面が設けられた帯状材であることを特徴とする請求項 6 記載の構造物の補強構造。

## 【請求項 11】

扁平な部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法であって、扁平な部材を貫通する空間に、両端に接着面が設けられた帯状の補強材を通すことを特徴とする構造物の補強方法。

## 【請求項 12】

前記空間は、孔であることを特徴とする請求項 11 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 13】

前記孔が格子点状に設けられることを特徴とする請求項 12 記載の構造物の補強方法。 40

## 【請求項 14】

前記接着面が、前記帯状の補強材の軸方向と垂直に設けられることを特徴とする請求項 11 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 15】

扁平な部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強構造であって、扁平な部材を貫通する空間に、両端に接着面が設けられた帯状の補強材が通されたことを特徴とする構造物の補強構造。

## 【請求項 16】

前記空間は、孔であることを特徴とする請求項 15 記載の構造物の補強構造。 50

- 【請求項 17】  
前記孔が格子点状に設けられることを特徴とする請求項 16 記載の構造物の補強構造。
- 【請求項 18】  
前記接着面が、前記帯状の補強材の軸方向と垂直に設けられることを特徴とする請求項 15 記載の構造物の補強構造。
- 【請求項 19】  
シート状の補強材を部材の外側に筒状に形成し、前記補強材の内側に粒状体の充填材を充填することを特徴とする構造物の補強方法。
- 【請求項 20】  
前記補強材は部材との間に空間を設けて設置され、前記空間に前記粒状体の充填材が充填されることを特徴とする請求項 19 記載の構造物の補強方法。 10
- 【請求項 21】  
前記補強材は部材の外周に沿って設置され、前記部材の内部に前記粒状体の充填材が充填されることを特徴とする請求項 19 記載の構造物の補強方法。
- 【請求項 22】  
シート状の補強材が部材の外側に筒状に形成され、前記補強材の内側に粒状体の充填材が充填されたことを特徴とする構造物の補強構造。
- 【請求項 23】  
前記補強材は部材との間に空間を設けて設置され、前記空間に前記粒状体の充填材が充填されたことを特徴とする請求項 22 記載の構造物の補強構造。 20
- 【請求項 24】  
前記補強材は部材の外周に沿って設置され、前記部材の内部に前記粒状体の充填材が充填されたことを特徴とする請求項 22 記載の構造物の補強構造。
- 【請求項 25】  
粒状体の充填材、コンクリート製の部材、または鋼製の部材の周囲に、補強材が設置されたことを特徴とする免震装置。
- 【請求項 26】  
前記粒状体の充填材、コンクリート製の部材、または鋼製の部材の内部に、引張りに抵抗する材料が配置されることを特徴とする請求項 25 記載の免震装置。
- 【請求項 27】  
前記補強材は、伸展性のあるシート状または帯状の材料であることを特徴とする請求項 25 記載の免震装置。 30
- 【請求項 28】  
水平断面が円形であることを特徴とする請求項 25 記載の免震装置。
- 【請求項 29】  
前記コンクリート製の部材の内部に、充填材が混入されることを特徴とする請求項 25 記載の免震装置。
- 【請求項 30】  
請求項 25 から請求項 29 のいずれかに記載された免震装置を、構造物の層内、構造物の基礎と躯体の間、または構造物の基礎に設置することを特徴とする構造物の補強方法。 40
- 【請求項 31】  
請求項 25 から請求項 29 のいずれかに記載された免震装置が、構造物の層内、構造物の基礎と躯体の間、または構造物の基礎に設置されたことを特徴とする構造物の補強構造。
- 【請求項 32】  
部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法であって、  
前記部材の外周面に、複数の補強材を多重に設置することを特徴とする構造物の補強方法。
- 【請求項 33】  
前記複数の補強材は異なるヤング率を有し、前記部材の歪みの変化に応じていずれかが補強効果を発揮することを特徴とする請求項 32 記載の構造物の補強方法。 50

## 【請求項 3 4】

前記複数の補強材は、  
前記部材のせん断力を分担する第 1 の補強材と、  
前記部材の見かけの体積の膨張を拘束する第 2 の補強材と、  
からなることを特徴とする請求項 3 2 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 3 5】

前記複数の補強材として、前記部材及び / 又は外界からの作用を遮断する補強材をさらに使用することを特徴とする請求項 3 3 または請求項 3 4 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 3 6】

部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強構造であって、  
前記補強材は、複数の補強材が多重に設置されたことを特徴とする構造物の補強構造。

10

## 【請求項 3 7】

前記複数の補強材は、異なるヤング率を有し、前記部材の歪みの変化に応じていずれかが補強効果を発揮することを特徴とする請求項 3 6 記載の構造物の補強構造。

## 【請求項 3 8】

前記複数の補強材は、  
前記部材のせん断力を分担する第 1 の補強材と、  
前記部材の見かけの体積の膨張を拘束する第 2 の補強材と、  
からなることを特徴とする請求項 3 6 記載の構造物の補強構造。

## 【請求項 3 9】

前記複数の補強材として、前記部材及び / 又は外界からの作用を遮断する補強材がさらに設置されたことを特徴とする請求項 3 7 または請求項 3 8 記載の構造物の補強構造。

20

## 【請求項 4 0】

帯状の補強材を部材の外周に接着剤で接着し、前記帯状の補強材により、前記部材のひびわれ幅の増大を抑制して破壊を制御することを特徴とする構造物の補強方法。

## 【請求項 4 1】

前記帯状の補強材は、前記部材に隙間なく、または所定の間隔をおいて多段に設置されることを特徴とする請求項 4 0 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 4 2】

前記帯状の補強材は、土木シートよりも強度・剛性の高い材質であることを特徴とする請求項 4 0 記載の構造物の補強方法。

30

## 【請求項 4 3】

帯状の補強材が部材の外周に接着剤で接着され、前記帯状の補強材が前記部材のひびわれ幅の増大を抑制して破壊を制御することを特徴とする構造物の補強構造。

## 【請求項 4 4】

前記帯状の補強材が、前記部材に隙間なく、または所定の間隔をおいて多段に設置されたことを特徴とする請求項 4 3 記載の構造物の補強構造。

## 【請求項 4 5】

前記帯状の補強材は、土木シートよりも強度・剛性の高い材質であることを特徴とする請求項 4 3 記載の構造物の補強構造。

40

## 【請求項 4 6】

複数の部材の接合部を補強する構造物の補強方法であって、  
シート状もしくは帯状の補強材の端部を第 1 の部材の側面に接着し、前記端部に連続する部分を第 2 の部材の側面に接着して、前記補強材で前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との接合部を覆うことを特徴とする構造物の補強方法。

## 【請求項 4 7】

前記補強材の他端が、前記第 2 の部材に接合された第 3 の部材の側面に接着されることを特徴とする請求項 4 6 記載の構造物の補強方法。

## 【請求項 4 8】

複数の部材の接合部を補強する構造物の補強構造であって、

50

シート状もしくは帯状の補強材の端部が第1の部材の側面に接着され、前記端部に連続する部分が第2の部材の側面に接着され、前記補強材で前記第1の部材と前記第2の部材との接合部が覆われたことを特徴とする構造物の補強構造。

【請求項49】

前記補強材の他端が、前記第2の部材に接合された第3の部材の側面に接着されたことを特徴とする請求項48記載の構造物の補強構造。

【請求項50】

接合部を有する部材を補強する補強方法であって、

前記接合部の上方と下方では、前記部材の周囲に帯状補強材をらせん状に巻きつけ、前記接合部では、前記帯状補強材を襷がけにして巻き付けることを特徴とする構造物の補強方法。

10

【請求項51】

接合部を有する部材を補強する補強構造であって、

前記接合部の上方と下方では、前記部材の周囲に帯状補強材がらせん状に巻きつけられ、前記接合部では、前記帯状補強材が襷がけにして巻き付けられたことを特徴とする構造物の補強構造。

【請求項52】

被含浸性を有する繊維系材料に樹脂を含浸させたことを特徴とする補強材料。

【請求項53】

前記繊維系材料は、伸展性のあるシート状または帯状の材料であることを特徴とする請求項52記載の補強材料。

20

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、構造物の補強構造、補強材料、免震装置および補強方法に関するものである。

背景技術

従来、部材の外周部分に伸展性のある材料を設置して部材の破壊を制御したり、破壊後の耐荷力を維持、向上させる方法（PCT/JP00/09283、以下、前出願）がある。

しかしながら、部材の形状が、壁付き柱のように起伏や凹凸のある場合、窓枠等が設置されている柱のように、補強する部材が他の部材や非構造部材と接合されているか、極めて近接している場合には、十分な補強効果が得られない。また、部材と補強材、補強材と外界の作用によって補強材が劣化する可能性のある場合がある。さらに、小さい範囲の変形から大きな変形まで、補強効果を必要とする場合や、免震補強が必要な場合がある。

30

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、補強効果を高めることができる構造物の補強構造、免震装置および補強方法を提供することにある。

発明の開示

第1の発明は、隣接する複数の部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法であって、近接した、もしくは接合された第1の部材と他の部材の間を貫通する空間に補強材を通すことを特徴とする構造物の補強方法である。

40

第1の部材は、例えば角柱であり、他の部材は角柱の側面に近接する、もしくは接合された壁である。第1の発明は、起伏や凹凸を有する部材を補強する方法である。空間とは、例えば、近接する角柱と壁の間の隙間や、接合された角柱と壁の接合部に設けられたスリットや孔等である。補強材には、例えばゴム系や繊維系等のシート材や帯状材を使用する。空間に補強材を通し、角柱の外周を周回するように補強材を設置することにより、第1の部材の周方向に張力を伝達する。

第1の発明では、隣接する複数の部材の外周面に補強材を設置する補強方法において、近接する複数の部材の間の空間や、接合された複数の部材の接合部を貫通する空間に補強材を通す。

第2の発明は、扁平な部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法であって、扁平

50

な部材を貫通する空間に、両端に接着面が設けられた帯状の補強材を通すことを特徴とする構造物の補強方法である。

扁平な部材とは、例えば壁等である。空間とは、扁平な部材に設けられた孔等である。補強材には、例えばゴム系や繊維系等の帯状材を使用する。帯状材の両端部には、必要に応じて、例えばラッパ状に接着面を設け、接着面積を確保する。空間に補強材を通すことにより、扁平な部材の対面する側面間で張力を伝達する。

第2の発明では、扁平な部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法において、扁平な部材を貫通するように設けられた空間に補強材を通す。

第3の発明は、シート状の補強材を部材の外側に筒状に形成し、前記補強材の内側に粒状体の充填材を充填することを特徴とする構造物の補強方法である。

10

部材とは、中空部材や、複雑な断面形状を有する部材である。補強材には、例えば、繊維系、ゴム系、金属等のシート材が使用される。充填材には、例えば、砂などの天然の粒状体、樹脂等の人工的な粒状体を使用される。部材が見かけの体積膨張を伴って変形しようとするときに、粒状体の充填材がこれを補強材に伝達し、変形を制御する。充填材には、これに加えて、部材を熱等から守る効果を得るため、無機系の材料を用いることもできる。

第3の発明では、部材の外周に沿って補強材を筒状に形成し、部材の内部に粒状体の充填材を充填する。または、部材との間に空間を設けて補強材を筒状に形成し、補強材と部材との間に粒状体の充填材を充填する。

第4の発明は、粒状体の充填材、コンクリート製の部材、または鋼製の部材の周囲に、補強材が設置されたことを特徴とする免震装置である。

20

補強材には、例えば、繊維系、ゴム系、金属等のシート材、帯状材が使用される。充填材には、例えば、砂などの天然の粒状体、樹脂等の人工的な粒状体を使用される。充填材、コンクリート製の部材、鋼製の部材の内部には、必要に応じて、鉄筋等の引張りに抵抗する材料が配置される。また、コンクリートの内部には、強度低下を防止する充填材を混入することもある。第4の発明の免震装置の水平断面は、円形状とするのが望ましい。

第4の発明では、粒状体の充填材、コンクリート製の部材、または鋼製の部材の周囲に、補強材を設置する。

第5の発明は、第4の発明の免震装置を、構造物の層内、構造物の基礎と躯体の間、または構造物の基礎に設置することを特徴とする構造物の補強方法である。

30

構造物の層内に設置する場合には、免震装置を柱として設置する。または、構造物の基礎と躯体即ち上部構造との間に設置する。構造物の基礎に設置する場合には、通常の杭と併用して設置する。第4の発明の免震装置は、構造物の上下、左右、斜めの3次元方向の振動に対して免震効果を発揮する。

第5の発明では、第4の発明の免震装置を、柱として構造物の層内に設置する。または、構造物の基礎と躯体の間に免震装置として設置する。構造物の基礎の部分に、杭兼免震装置として設置する場合もある。

第6の発明は、部材の外周面に補強材を設置する構造物の補強方法であって、前記部材の外周面に、複数の補強材を多重に設置することを特徴とする構造物の補強方法である。

複数の補強材とは、例えば、ヤング率の異なる材質の複数の補強材、異なる力学的メカニズムで部材を補強する複数の補強材等である。これらは、補強材の材質、厚みや幅、設置量等を変えることで実現できる。部材や外界の作用からこれらの補強材を保護するための保護用補強材を、さらに設置してもよい。

40

第6の発明では、前記部材の外周面に、異なる特性を有する複数の補強材を多重に設置する。

第7の発明は、帯状の補強材を部材の外周に接着剤で接着し、前記帯状の補強材により、前記部材のひびわれ幅の増大を抑制して破壊を制御することを特徴とする構造物の補強方法である。

補強材には、ポリエステル製シートよりも剛性、強度の高い材質、例えば、ポリエステル等の繊維系の材質の帯状材を使用する。帯状の補強材は、部材にらせん状に隙間なく巻き

50

つけられる。または、所定の間隔において、部材を周回する補強材を多段に設置してもよい。または、かつ部材の軸方向に隙間なく、もしくは所定の間隔において設置してもよい。部材の表面に接着剤で直接接着された剛性、強度の高い補強材が、部材の変形が小さな範囲から大きな範囲まで、連続的に補強効果を発揮する。

第7の発明では、帯状の補強材を部材の外周に接着剤で直接接着し、補強材の張力で部材に発生したひびわれの幅が増大するのを抑制する。

第8の発明は、複数の部材の接合部を補強する構造物の補強方法であって、シート状もしくは帯状の補強材の端部を第1の部材の側面に接着し、前記端部に連続する部分を第2の部材の側面に接着して、前記補強材で前記第1の部材と前記第2の部材との接合部を覆うことを特徴とする構造物の補強方法である。

10

第1の部材、第2の部材は、例えば、梁、柱である。シート状もしくは帯状の補強材の厚さ、幅、長さ等の寸法は、接合部に作用する荷重を考慮して決定する。補強材の端部が梁の側面に接着され、端部に続く部分が柱の側面に接着されて、柱と梁の接合部が補強材で覆われる。第3の部材として、柱の他の側面に別の梁が接合される場合、補強材の他端を別の梁の側面に接着してもよい。

第8の発明では、シート状もしくは帯状の補強材の一端を第1の部材の側面に接着し、他端を第2の部材の側面に接着して、補強材で接合部を覆う。

第9の発明は、接合部を有する部材を補強する補強方法であって、前記接合部の上方と下方では、前記部材の周囲に帯状補強材をらせん状に巻きつけ、前記接合部では、前記帯状補強材を襷がけにして巻き付けることを特徴とする構造物の補強方法である。

20

接合部とは、例えば、第8の発明の第1の部材と第2の部材の接合部等である。第9の発明の帯状補強材は、第8の発明の補強材の上に巻きつけても良い。この場合、帯状補強材と第8の発明の補強材とは、お互いの張力を伝達する様に接着される。または、補強される接合部の要求性能に応じてお互いを接着せずに、独立に部材を補強する構造とすることもできる。また、帯状補強材は、多重に繰り返して巻き付けられる場合もある。

第9の発明では、帯状補強材を、接合部を含む部材の全面に連続して巻きつける。接合部の上方では螺旋状に巻きつけ、接合部では襷がけにして巻き付け、接合部の下方では螺旋状に巻きつける。

第10の発明は、被含浸性を有する繊維系材料に樹脂を含浸させたことを特徴とする補強材料である。

30

第10の発明では、伸展性があり、被含浸性のあるシート状、もしくは帯状の繊維系材料に樹脂を含浸させることによって、歪の小さい範囲での剛性を高め、かつ歪の大きい範囲までの変形性能を保持させる。第10の発明の補強材料は、第1から第9の発明の構造物の補強方法、免震装置に用いられる。

第11の発明は、第1から第3、第5から第9のいずれかの発明の構造物の補強方法で補強された構造物の補強構造である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に基づいて、本発明の第1の実施の形態について詳細に説明する。第1図は、補強される部材の斜視図を示す。補強される部材は、角型部材1の両端に扁平部材3が接合されたもので、例えば、角型部材1が柱、扁平部材3が壁である壁付き柱等である。角型部材1と扁平部材3の接合部付近には、角型部材1と扁平部材3の間に形成される表面の凹凸に対処するため、扁平部材3を貫通するスリット5が設けられる。

40

第2図および第3図は、補強後の第1図のA-A断面図を示す。まず、第2図に示す補強について説明する。第2図では、角型部材1は、角型部材1の周長の約4分の3長さを有するシート状の補強材7a、7b、7c、接着剤9、接着剤11を用いて補強される。

補強材7aは、側面8a側から両端をスリット5に通して設置され、角型部材1の周長の約4分の3の面を覆う。補強材7aの両端は、接着剤11で角型部材1に仮付けされる。補強材7bは、側面8b側から両端をスリット5に通して設置される。補強材7bは、角型部材1の残りの面、即ち側面8bを覆い、両端は補強材7aの外側に重ねて設置される。補強材7bの両端は、接着剤9で補強材7aに接着される。

50

補強材 7 c は、補強材 7 a と重なるように、側面 8 a 側から両端をスリット 5 に通して設置される。補強材 7 c の両端は、補強材 7 b の外側に重ねて設置され、接着剤 9 で補強材 7 b に接着される。

次に、第 3 図に示す補強について説明する。第 3 図では、角型部材 1 は、角型部材 1 の周長の約 1 倍弱の長さを有するシート状の補強材 1 3 a、角型部材 1 の周長の約 1 倍強の長さを有するシート状の補強材 1 3 b、接着剤 9、接着剤 1 1 を用いて補強される。

補強材 1 3 a は、一方の端部が側面 1 4 b の角に、もう一方の端部が側面 1 4 b の表面にくるように、スリット 5 を通して角型部材 1 のほぼ全面に巻きつけられる。補強材 1 3 a の一端は、接着剤 1 1 を用いて、側面 1 4 b の表面に仮付けされる。

補強材 1 3 b は、両端が角型部材 1 の側面 1 4 a 側にくるように、補強材 1 3 a の外側に、スリット 5 を通して筒状に巻きつけられる。補強材 1 3 b は、接着剤 1 1 と重なる位置で、接着剤 9 を用いて補強材 1 3 a に接着される。補強材 1 3 b の一端は、接着剤 9 を用いて補強材 1 3 b の他端付近に接着される。

第 2 図に示す補強材 7 a、7 b、7 c、第 3 図に示す補強材 1 3 a、1 3 b は、例えば、繊維系、ゴム系等の伸展性のあるシート材である。接着剤 1 1 は補強材 7 a、1 3 a を角型部材 1 に仮付けするものであり、過度に接着されることがないように工夫される。接着剤 9 は、補強材 7 a と 7 b と 7 c が、また、補強材 1 3 a と 1 3 b が、相互に十分に張力を伝達できる材質とする。

このように、第 1 の実施の形態では、隣接する角型部材 1 と扁平部材 3 との接合部にスリット 5 を設けて補強材を通すことにより、角型部材 1 の周方向に張力を伝達し、補強効果を高める。第 1 図では、接合された複数の部材の接合部付近にスリット 5 を設けたが、近接する複数の部材間の隙間をスリット 5 に相当するものとして、補強材を設置することもできる。また、第 1 の実施の形態の補強方法は、角型部材 1 と扁平部材 3 の接合部や隣接部に限らず、起伏や凹凸のある任意の形状の部材に用いることができる。

次に、第 2 の実施の形態について説明する。第 4 図は、補強される部材の斜視図を示す。第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と同様の部材を異なる方法で補強する。第 1 の実施の形態の角型部材 1 に相当する角型部材 2 1 と、扁平部材 3 に相当する扁平部材 2 3 の接合部付近には、扁平部材 2 3 を貫通する複数の孔 2 5 が所定の間隔で設けられる。

第 5 図は、接続用補強材 1 5 の平面図、第 6 図は、補強後の第 4 図の B - B 断面図、第 7 図は、補強後の第 4 図の B - B 断面の一部を示す図である。第 5 図に示すように、接続用補強材は、帯状の連結部 1 9 の両端に接着面 1 7 を有する。接着面 1 7 は、連結部 1 9 の端部を増幅したものである。

まず、第 6 図に示す補強について説明する。第 6 図では、角型部材 2 1 は、複数の接続用補強材 1 5、2 枚のシート状の補強材 2 7、接着剤 9、接着剤 1 1 を用いて補強される。複数の接続用補強材 1 5 は、連結部 1 9 を軸として接着面 1 7 を丸めた状態で、角型部材 2 1 の両側の複数の孔 2 5 にそれぞれ 1 つずつ通される。そして、連結部 1 9 が孔 2 5 の位置となったところで接着面 1 7 を広げる。接続用補強材 1 5 の接着面 1 7 は、接着剤 1 1 を用いて角型部材 2 1 に仮付けされる。

2 枚の補強材 2 7 は、角型部材 2 1 の側面のうち、扁平部材 2 3 と隣接していない側面 2 8 を覆うようにそれぞれ設置される。補強材 2 7 の両端は、接続用補強材 1 5 の接着面 1 7 の外側に重ねて設置される。補強材 2 7 の両端は、接着剤 9 を用いて接続用補強材 1 5 の接着面 1 7 に接着される。

次に、第 7 図に示す補強について説明する。第 7 図では、角型部材 2 1 と扁平部材 2 3 とが、複数の接続用補強材 1 5、2 枚のシート状の補強材 2 9、接着剤 9 を用いて補強される。接続用補強材 1 5 は、第 6 図に示す補強の場合と同様に、連結部 1 9 を軸として接着面 1 7 を丸めた状態で、角型部材 2 1 の両側の孔 2 5 に通される。そして、連結部 1 9 が孔 2 5 の位置となったところで接着面 1 7 を広げる。接続用補強材 1 5 の接着面 1 7 は、接着剤 1 1 を用いて角型部材 2 1 に仮付けされる。

補強材 2 9 は、角型部材 2 1 の側面 3 0 a と扁平部材 2 3 の側面 3 0 b とを連続して覆うように設置される。補強材 2 9 は、接続用補強材 1 5 の接着面 1 7 に重なる位置で、接着



剤 9 を用いて接続用補強材 1 5 に接着される。

補強材 2 7、補強材 2 9 は、例えば、繊維系、ゴム系等の伸展性のあるシート材である。接続用補強材 1 5 は、孔 2 5 を介した両側の補強材 2 7、または補強材 2 9 に加わる張力を伝達する強度を有する材質とする。接着剤 1 1 は接続用補強材 1 5 を角型部材 2 1 に仮付けするものであり、過度に接着されることがないように工夫される。接着剤 9 は、接続用補強材 1 5 と補強材 2 7 が、また、接続用補強材 1 5 と補強材 2 9 が、相互に十分に張力を伝達できる材質とする。

このように、第 2 の実施の形態では、隣接する角型部材 2 1 と扁平部材 2 3 との接合部に複数の孔 2 5 を設け、孔 2 5 に接続用補強材 1 5 を通し、角型部材 2 1 の周方向に張力を伝達し、補強効果を高める。第 2 の実施の形態は、起伏や凹凸のある任意の形状の部材に用いることができる。

10

なお、接続用補強材 1 5 のかわりに、第 2 4 図に示すような帯状のポリエステルベルト 9 9 を使用してもよい。ポリエステルベルト 9 9 の材質は、つり紐等に用いられているポリエステル系の繊維でよい。土木シート等の補強用シートの強度は 3 c m 幅あたり 5 0 0 ~ 1 0 0 0 k g f であるが、ポリエステルベルト 9 9 は、5 c m 幅あたり 1 5 0 0 0 k g f 程度の強度を有する。ポリエステルベルト 9 9 を孔 2 5 に貫通させることで、シート状の補強材 2 7、補強材 2 9 に働く張力を少ない断面で伝達することが可能である。

また、第 6 図または第 7 図に示す補強構造では効果が不十分な場合、補強量を増加させるために、同様の補強構造を繰り返して用いることができる。

次に、第 3 の実施の形態について説明する。第 8 図は、補強される扁平部材 3 1 の斜視図を示す。扁平部材 3 1 は、例えば壁である。扁平部材 3 1 には、部材厚を貫通する複数の孔 3 3 が、格子状の個所に設けられる。第 9 図は、接続用補強材 3 5 の斜視図、第 1 0 図は、補強後の扁平部材 3 1 の孔 3 3 付近の断面図を示す。

20

第 9 図に示すように、接続用補強材 3 5 は、軸状の連結部 3 9 の両端に接着面 3 7 を有する。接着面 3 7 は、連結部 3 9 の軸方向と垂直に、ラップ状に設けられる。第 1 0 図では、扁平部材 3 1 は、複数の接続用補強材 3 5、2 枚のシート状の補強材 4 1、接着剤 9 を用いて補強される。

接続用補強材 3 5 は、連結部 3 9 を軸として接着面 3 7 を丸めた状態で、扁平部材 3 1 の複数の孔 3 3 にそれぞれ通される。そして、連結部 3 9 が孔 3 3 の位置となったところで接着面 3 7 を広げる。接着面 3 7 の外側には、扁平部材 3 1 の両側面 3 2 を覆うように、補強材 4 1 が設置される。接着面 3 7 は、接着剤 9 を用いて補強材 4 1 に接着される。

30

補強材 4 1 は、例えば、繊維系、ゴム系等の伸展性のあるシート材である。接続用補強材 3 5 は、孔 3 3 を介した両側の補強材 4 1 に加わる張力を伝達する強度を有する材質とする。接着剤 9 は、接続用補強材 3 5 と補強材 4 1 が、相互に十分に張力を伝達できる材質とする。

このように、第 3 の実施の形態では、扁平部材 3 1 に複数の孔 3 3 を設け、孔 3 3 に接続用補強材 3 5 を通して側面 3 2 間で張力を伝達し、補強効果を高める。第 3 の実施の形態は、壁のみでなく、中空の管等の、表面に起伏や凹凸のない任意の形状の部材に用いることができる。

なお、孔 3 3 に通しやすくするため、接続用補強材 3 5 の接着面 3 7 に切欠きを入れてもよい。

40

また、第 2 の実施の形態と同様に、接続用補強材 3 5 の代替として、第 2 4 図に示すようなポリエステルベルト 9 9 を使用することもできる。

次に、第 4 の実施の形態について説明する。第 1 1 図は補強後の H 型部材 4 3 の斜視図である。第 1 1 図に示すように、H 型部材 4 3 は、補強材 4 5 と粒状体の充填材 4 7 を用いて補強される。

H 型部材 4 3 の周囲には、空間を設けてシート状の補強材 4 5 が筒状に設置される。H 型部材 4 3 と補強材 4 5 の間の空間には、粒状体の充填材 4 7 が充填される。補強材 4 5 には、例えば、繊維系、ゴム系等のシート材が使用される。充填材 4 7 には、例えば、砂などの天然の粒状体、樹脂等の人工的な粒状体を使用される。

50

粒状体の充填材 4 7 は、エネルギー損失を伴って変形しながら補強材 4 5 に応力を伝達するので、従来の連続繊維、鉄板巻き等の補強法とは異なり、充填材 4 7 を樹脂、接着剤で固定する必要はない。施工上の理由等で、接着や固定等を行う場合でも、常時の重量下や軽微な地震で形状を保持する程度の仮付けでよい。

第 4 の実施の形態は、H 型部材 4 3 以外にも、断面形状が複雑な部材の補強に使用できる。第 4 の実施の形態では、粒状体の充填材 4 7 が、部材が見かけの体積膨張を伴って変形しようとするときに、これを補強材 4 5 に伝達し、補強効果を高める。また、例えば無機系の不燃かつ熱容量の大きな材料を用いて、熱から H 型部材 4 3 を保護する効果を加えることができる。

なお、第 4 の実施の形態の補強方法により、H 型部材 4 3 に限らず、複雑な断面形状を有する任意の部材を補強できる。 10

次に、第 5 の実施の形態について説明する。第 1 2 図は、補強後の中空部材 4 9 の斜視図である。第 1 2 図に示すように、中空部材 4 9 は、補強材 4 5 と粒状体の充填材 4 7 を用いて補強される。

中空部材 4 9 の周囲の表面には、シート状の補強材 4 5 が筒状に設置される。中空部材 4 9 の内部には、粒状体の充填材 4 7 が充填される。補強材 4 5 には、例えば、繊維系、ゴム系等のシート材等が使用される。充填材 4 7 には、例えば、砂などの天然の粒状体、樹脂等の人工的な粒状体を使用される。

粒状体の充填材 4 7 は、中空部材 4 9 の空隙を満たす目的で設置されるが、エネルギー損失を伴って変形しながら補強材 4 5 に応力を伝達するので、従来のコンクリート充填鋼管工法のように、内部に充填したコンクリート等の材料を固化させる必要はない。 20

第 5 の実施の形態では、中空の形状の部材を補強する場合に、粒状体の充填材 4 7 を内部に設置することによって補強効果を高める。充填材 4 7 は中空部材 4 9 がエネルギー損失を伴いながら破壊しようとするときの見かけの体積膨張を補強材 4 5 に伝達する役割を持つ。第 5 の実施の形態の補強方法で補強する中空部材の断面形状は、円形に限らない。

なお、第 4、第 5 の実施の形態では、充填材 4 7 を用いた H 型部材 4 3 や中空部材 4 9 等の補強に、第 1 から第 3 の実施の形態の補強方法を併用してもよい。

次に、第 6 の実施の形態について説明する。第 1 3 図は、免震装置 5 5 の斜視図である。免震装置 5 5 は、補強材 4 5 と粒状体の充填材 4 7 で構成される。補強材 4 5 には、例えば、繊維系、ゴム系等の伸展性のあるシート材、帯状材等が使用される。充填材 4 7 には、例えば、砂などの天然の粒状体、樹脂等の人工的な粒状体を使用される。免震装置 5 5 は、第 1 1 図で H 型部材 4 3 の断面積が零に近い場合である。 30

免震装置 5 5 では、充填材 4 7 が見かけの体積膨張を伴って変形すると、補強材 4 5 が弾性によって周方向の圧縮力を充填材 4 7 に作用させ、見かけの体積膨張を拘束する。補強材 4 5 として高延性材を使用することで、免震装置 5 5 は、大きな変形に耐えることができ、吸収エネルギーが大きくなる。

第 1 4 図から第 1 6 図は、免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b のいずれかを使用した構造物 5 3 の立面図である。第 1 4 図では、地盤 5 1 に構築された構造物 5 3 の上部構造 5 4 内の層 5 7 に免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b が設置される。層 5 7 に設置された免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b は、大黒柱のように、フロアの荷重を支え、大地震時に構造物 5 3 の倒壊を防止する。 40

第 1 5 図では、地盤 5 1 に設置された基礎 5 9 と構造物 5 3 の上部構造 5 4 との間の層 5 7 a に免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b が設置される。第 1 5 図に示す免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b は、大きなエネルギー吸収機能を利用し、免震装置として用いられる。

第 1 6 図では、基礎 5 9 (図示せず) と支持地盤・岩盤 6 4 との間の層 5 7 b に免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b が設置される。第 1 6 図では、構造物 5 3 の杭として、地盤 5 1 に設置された通常の杭 6 1 と免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b とが併用される。第 1 6 図に示す免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b は、免震機能と大沈下防止機能を有する杭として用いられる。

第 1 7 図、第 1 8 図は、それぞれ、第 1 4 図から第 1 6 図に示すように構造物の層に設置 50

された免震装置 5 5 b 付近の鉛直断面図、免震装置 5 5 a 付近の鉛直断面図である。第 19 図は免震装置 5 5 a の水平断面図、第 20 図は免震装置 5 5 b の水平断面図を示す。第 17 図、第 18 図に示すように、免震装置 5 5 a、5 5 b は、層 5 7、かつ / または基礎 5 9 と上部構造 5 4 の間の層 5 7 a に上下部材柱として設置されたり、地盤 5 1 の層 5 7 b に、杭として設置される。層 5 7、層 5 7 a の上下の部材 6 3 は、それぞれ、スラブ、梁、基礎 5 9 等である。層 5 7 b では、下の部材 6 3 のかわりに、地盤や岩盤 6 4 がある。

第 19 図に示すように、免震装置 5 5 a は、免震装置 5 5 と同様に粒状体の充填材 4 7、補強材 4 5 等で形成される。充填材 4 7 には、エネルギー吸収機能が大きく、粒子が破碎しにくい樹脂等が、補強材 4 5 には、伸展性のある材料が使用される。免震装置 5 5 a は、側面が球形の形状を有する。

10

免震装置 5 5 a は、補強材 4 5、充填材 4 7 等で構成したが、充填材 4 7 のかわりに鉄筋コンクリートや鉄骨を使用してもよい。第 20 図に示すように、免震装置 5 5 b では、内部に鉄筋等の引張抵抗材 6 5 が配置されたコンクリート 6 7、すなわち鉄筋コンクリート製の部材の周囲を、補強材 4 5 で補強する。

この場合、コンクリート 6 7 に特殊な構造の充填材（図示せず）を混入してもよい。この充填材は、コンクリートの強度低下を抑える樹脂等の内容物を有する。コンクリート 6 7 が繰り返し荷重の作用で破碎されていく過程で、充填材の内容物が染み出し、コンクリートの強度低下を抑える。これにより、免震装置 5 5 b の抵抗力の低下、単位変形当たりのエネルギー吸収能力の低下が低減され、構造物の形状変化を抑えられる。

20

免震装置 5 5 a、5 5 b の内部には、鉛直方向に複数の引張抵抗材 6 5 が配置される。引張抵抗材 6 5 の両端は、それぞれ上下の部材 6 3 に、または上の部材 6 3 と下の地盤や岩盤 6 4 に埋め込まれる。引張抵抗材 6 5 により、免震装置 5 5 a、5 5 b は部材 6 3、地盤や岩盤 6 4 に連結される。

免震装置 5 5 a、5 5 b を柱として使用する場合、引張抵抗材 6 5 には、例えば、鉄筋、鉄板、第 24 図に示すポリエステルベルト 9 9 のような帯状の連結用補強材等を使用する。また、杭として使用する場合、引張抵抗材 6 5 には、例えば、アースアンカ、ロックアンカ等を使用する。引張抵抗材 6 5 は、構造物 5 3 の層 5 7、または / かつ、基礎 5 9 と上部構造 5 4 の間の層 5 7 a、または / かつ、基礎と支持地盤・岩盤 6 4 の間が上下方向に引き離される力に抵抗する。

30

第 19 図、第 20 図に示すように、免震装置 5 5 a、5 5 b の水平断面は円形であり、内部に 4 本の引張抵抗材 6 5 が配置される。免震装置 5 5 a、5 5 b の円形断面は、繰り返し荷重を受けて変形した部材の断面形状を先取りしたものである。水平断面を円形とすることにより、補強材 4 5 が効果を発揮するとき断面形状の変化を小さくし、軸方向の変形である伸び縮みを抑制し、構造物の形状変化を抑えることができる。

このように、第 6 の実施の形態では、補強材 4 5 と充填材 4 7 で新たに構築した免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b を上部構造 5 4 内、または / かつ、上部構造 5 4 と基礎 5 9 の間、または / かつ、地盤 2 1 に柱や杭として設置し、構造物 5 3 の補強効果を高める。免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b は、従来の免震装置とは異なり、上下、左右、斜めの 3 次元各方向の振動に対して免震効果を発揮する。即ち、軸引張、軸圧縮、曲げ、捻りの各断面力に対して大きなエネルギー吸収機能を発揮させることができる。これは、従来の免震機能にはない利点である。従来の免震装置を、第 16 図に示すような免震機能と大沈下防止機能を有する杭として使用することは困難であったが、第 6 の実施の形態によれば、容易に実施できる。

40

なお、免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b において、引張抵抗材の本数は 4 本に限らない。また、補強材 4 5 は、例えば、ポリエステル製のシート、ベルト等の補強材を接着剤で直接部材に貼り付け、補強材同士をさらに接着剤で連結させる多重構造としてもよい。多重構造については、第 7 の実施の形態で詳細に説明する。

第 6 の実施の形態では、第 17 図から第 20 図に示すように、引張抵抗材 6 5 が層 5 7、5 7 a、5 7 b の上下方向の引張りに抵抗するが、これは、鉄筋コンクリート性の壁や柱

50

では通常行われていることである。免震装置 5 5 b は、通常の設計、施工方法で構築された柱、壁等の部材を補強して形成できるので、従来の免震装置に比べ、設計や施工が極めて容易で、価格が安価である。

第 2 1 図は、第 1 4 図から第 1 6 図に示す層 5 7、5 7 a、5 7 b の鉛直部材 6 9 に作用する力を示す図である。鉛直部材 6 9 とは、例えば、免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b 等の、柱並びに杭である。但し、杭の場合には、下面は岩盤または地盤である。

構造物のある鉛直部材 6 9 に作用する力は、鉛直力と水平力に分けることができる。さらに、鉛直力は構造物の重量  $P_w$ 、 $P_w$  と、地震力の鉛直成分  $P_s$  に分けられる。 $P_w$  は、層 5 7 から上の構造物の重量の内、鉛直部材 6 9 が負担する力であり、 $P_w$  は、鉛直部材 6 9 の自重である。

鉛直部材 6 9 には、鉛直力として、上端に重量  $P_w +$  鉛直地震力  $P_s 7 1$  が、下端に重量  $(P_w + P_w) +$  鉛直地震力  $P_s 7 3$  が作用し、水平力として、水平地震力  $Q 7 9$  が作用する。また、鉛直部材 6 9 の上下の端部には曲げモーメント  $M 7 7$ 、捻りモーメント  $M z 7 5$  が作用する。地震時のこれらの荷重の大きさは、鉛直部材 6 9 の剛性によって決まる。剛性がなければ、荷重は作用しない。

鉛直部材 6 9 が免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b である場合も、同様の荷重が作用する。従来の免震装置は、剛性が大きい方向が限られているものが殆どであり、これに応じて免震効果が発揮される方向が限られていた。従って、効果の少ない方向の地震力によるエネルギーを免震装置以外の部材で負担する必要があった。特に、上下方向の引張り力に対しては、剛性のないものが多かった。また、曲げに関しては剛性が極めて大きいものもあり、免震装置に曲げモーメントが集中する結果、周辺の補強が必要になる課題があった。

一方、第 6 の実施の形態の免震装置 5 5 a、5 5 b は、第 1 7 図から第 2 0 図に示したような構造であり、通常の部材の設計法と施工法を用いて、上下方向の引張剛性はもとより、構造物の任意の方向の水平剛性、曲げ剛性、捻り剛性を容易に与えることができる。免震装置 5 5 の場合は、第 8 の発明の方法を用いる。これら各方向の剛性に、伸展性のあるシート、ベルト等によって、大きなエネルギー吸収機能を付与することが、第 6 の実施の形態の大きな特徴である。免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b を、構造物 5 3 の免震に使用する際は、新たに免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b を設置してもよいし、既存の部材を変更、補強して免震装置 5 5、5 5 a、5 5 b としてもよい。

次に、第 7 の実施の形態について説明する。第 2 2 図は、補強後の部材 8 1 の断面の一部を示す図である。第 2 2 図では、部材 8 1 は、保護用補強材 8 3、補強材 8 5、補強材 8 7、保護用補強材 8 9 を用いて補強される。

部材 8 1 には、内側から順に、保護用補強材 8 3、補強材 8 5、補強材 8 7、保護用補強材 8 9 が設置される。保護用補強材 8 3 は、部材 8 1 の作用から、補強材 8 5、8 7、保護用補強材 8 9 を保護するために設置される。例えば、部材 8 1 がアルカリを析出するコンクリート等の材料で、補強材 8 5、8 7、保護用補強材 8 9 が耐アルカリ性の低いポリエステル繊維等の材料である場合、保護用補強材 8 3 には、部材 8 1 からのアルカリの析出を防止する効果のある樹脂等の材料を用いる。

保護用補強材 8 9 は、外界の物質の作用による保護用補強材 8 3、補強材 8 5、補強材 8 7 の機能の劣化を防止するために設置される。例えば、保護用補強材 8 3、補強材 8 5、補強材 8 7 がポリエステル繊維製のシート等である場合には、紫外線によって劣化しやすいので、保護用補強材 8 9 にはエポキシ、ウレタン等の樹脂を使用し、内部の補強材の劣化を防止する。保護用補強材 8 9 を防火帯とすることもできる。

補強材 8 5 と補強材 8 7 は、部材 8 1 に対して異なる補強効果を有する材質である。例えば、補強材 8 7 にはポリエステル繊維等を、補強材 8 5 には樹脂や、繊維に樹脂を含浸させたもの等の材料を使用する。この場合、補強材 8 7 は部材 8 1 の歪が大きな範囲 (1 5 % 程度) まで補強効果を発揮し、補強材 8 5 は部材 8 1 の歪が小さい範囲 (1 % 以下) で補強効果を発揮する。

ポリエステル繊維のみで部材 8 1 を補強する場合、部材 8 1 のヤング率に比べて補強材のヤング率が小さいため、部材 8 1 の歪が小さい段階で補強効果を発揮させるには厚みを要

10

20

30

40

50

する。しかし、大きなヤング率を有する樹脂や、繊維に樹脂を含浸させたもの等の材料を併用することにより、ポリエステル繊維のみの場合よりも薄い厚さの補強材で、部材 8 1 の歪が小さい範囲（1%以下）でも補強効果を発揮できる。また、補強材 8 5 を部材 8 1 もしくは保護用補強材 8 3 の表面に直接接着することによって、歪の小さい範囲内で効果を発揮させることができる。保護用補強材 8 3 は、必要に応じて部材 8 1 の表面と補強材 8 5 の間のせん断力を伝達する機能を有するものとする。例えば、樹脂系のプライマー等を用いる。

また、補強材 8 5 と補強材 8 7 の補強効果を得るメカニズムを変えることで、異なる荷重条件、変形範囲にわたって補強効果を発揮させることができる。例えば、部材 8 1 のせん断力を直接補強材で分担する方法と、部材 8 1 の見かけの体積の膨張を拘束することによる方法を併用する場合などである。 10

補強材 8 7 には、見かけの体積の膨張を拘束することによって補強効果を発揮する材料と構造を用いることができる。補強材 8 5 には、部材 8 1 のせん断破壊耐力を向上させて耐荷力を向上させることを狙い、鉄板、炭素繊維、アラミド繊維等を用いる。補強材 8 5 は、部材 8 1 と補強材 8 5 の間でせん断力を直接伝達してせん断力を分担し、部材 8 1 を補強する。また、補強材 8 5 として、樹脂を含浸させたり、全面に接着剤を塗布して剛性を高めたポリエステルシートまたはポリエステルベルト等を用いることができる。この場合には、補強材 8 5 と補強材 8 7 を連続的に施工できるメリットがある。

第 2 3 図は、第 2 2 図に示すような多重構造での補強方法を用いた場合の部材 8 1 の荷重変形関係を示すグラフである。第 2 3 図の縦軸は荷重、横軸は変形を示す。この荷重とは、軸力、曲げモーメント、せん断力等の部材 8 1 の断面力であり、変形はそれぞれの荷重に適合する変形である軸縮み、曲げ率、せん断歪等である。補強しない場合 9 1 の曲線に比べ、多重構造補強を用いて補強した場合 9 3 の曲線では、部材 8 1 は広い範囲の変形に対して耐荷力を有する。 20

第 2 3 図は、補強材 8 5 と補強材 8 7 の有効な変形範囲が重複しておらず、補強材 8 5 の有効な範囲 9 5 と補強材 8 7 の有効な範囲 9 7 の間に若干の耐荷力の低減が生じる一般的な例を示す。補強材 8 5 と補強材 8 7 の有効な変形範囲を重複させることで、耐荷力の低減を避けることができる。

第 7 の実施の形態では、周囲に特性の異なる補強材を多重に用いることによって、広範囲の部材の荷重条件、外界の環境条件に対して補強効果を発揮させることができる。なお、部材 8 1 は、コンクリート部材等のみでなく、第 1 1 図や第 1 3 図に示すように、充填材 4 7 の場合もある。この場合には、充填材 4 7 に保護用補強材 8 3 と同等の効果をもつ材質を選択し、保護用補強材 8 3 を省略してもよい。 30

なお、部材 8 1 もしくは保護用補強材 8 3 の表面に直接接着する補強材 8 5 として、第 2 4 図に示すポリエステルベルト 9 9 などの、強度と剛性の高い帯状補強材を使用できる。ポリエステルベルト 9 9 は、ポリエステルシートに比べ、単位幅あたりのヤング率を大きくする構造で織ることができるので、小さい歪の段階で効果を発揮する補強材 8 5 として用いることができる。例えば、幅 6 4 m m、厚さ 4 m m のポリエステルベルト 9 9 の製品の引張試験結果では、2 5 0 0 k g f 作用時で歪は 2 % である。

ポリエステルベルト 9 9 を補強材 8 5 として使用する場合、第 2 5 図から第 2 8 図に示す柱 1 0 5 が第 2 2 図の部材 8 1 に相当する。第 2 5 図から第 2 8 図に示す、ポリエステルベルト 9 9 での補強方法については、後述の第 8 の実施の形態の部分で述べる。 40

次に、第 8 の実施の形態について説明する。第 2 4 図は、ポリエステルベルト 9 9 の平面図、第 2 5 図と第 2 6 図は、帯状補強材 1 0 1 で補強した柱 1 0 5 の例を示す斜視図、第 2 7 図は第 2 6 図に示す柱 1 0 5 の立面図である。

まず、第 2 5 図に示す補強について説明する。第 2 5 図では、所定の間隔で、柱 1 0 5 を周回するように複数の帯状補強材 1 0 1 を設置する。柱 1 0 5 を周回させた帯状補強材 1 0 1 の端部同士は、機械的継手である接着、留め具の双方、またはいずれかで接続する。機械的継手を用いる場合には、短期間で補強効果を得ることができ、震災直後の緊急補強等に適する。また、部材軸方向に帯状補強材 1 0 2 を接着して、これと交差する方向のひ 50

び割れを制御する効果を期待することができる。

次に、第26図、第27図に示す補強について説明する。第26図、第27図に示す柱105の表面には、帯状補強材101が隙間なく巻き付けられる。矢印Cの方向に帯状補強材101に張力を加えながら、矢印Dの方向に巻き付けることで、補強効果を高めることができる。帯状補強材101は、柱105に直接接着される。なお、柱105のコーナー部での繊維破壊を避けるための面取りなどは特に必要ないが、帯状補強材(図示せず)を部材のコーナー部の辺に平行に接着して、辺の部分の補強材に対する応力集中を緩和する効果を期待することができる。

第27図に示すように、帯状補強材101は、柱105の上端部107と下端部111では部材周と平行に巻き、一般部109では一周でベルト幅分進むように螺旋状に巻くことで、隙間なく均等に巻きつけることができる。また、巻く向き(右巻き、左巻き)を変えて帯状補強材101を2層、3層に設置することによって、補強効果を高めることができる。この際、1層目を巻いた後、全面に接着剤を塗布し、この上に半幅ずらして2層目を巻くことで、帯状補強材101間のずれを押さえることができる。

第28図は、第25図から第27図に示す柱105の表面付近の断面図である。第28図に示すように、帯状補強材101は、接着剤113を用いて柱105に直接貼り付けられている。

第25図から第28図に示す帯状補強材101には、例えば、第24図に示すポリエステルベルト99を使用する。第2、第7の実施の形態の説明で述べたように、ポリエステルベルト99の材質は、つり紐等に用いられているポリエステル系の繊維である。ポリエステルベルト99は、土木シートより剛性・強度が高いので、柱105のクラック幅の増大を抑え、見かけの体積変形を歪の小さい範囲で制御することを特に考慮して使用される。次に、柱105の歪が小さい範囲でクラック幅をおさえる補強での、補強量の計算方法について述べる。第29図は、帯状補強材101とクラック115の有効接着長の関係を示す図である。

曲げ、軸力、せん断力などが作用する部材が局部的に破壊する時には、部材の表面にクラック115が生じる。第29図では、柱105の表面に帯状補強材101が直接貼り付けられた状態で、クラック115が発生している。帯状補強材101のベルト幅119は、 $w$ である。帯状補強材101には、クラック115を押し広げようとする力、すなわち張力121が、1本あたり $q$ 作用している。第29図では、クラック幅117は、帯状補強材101の効果で $d$ 以下に押さえられている。

クラック115の近傍では、応力集中がある。クラック115を中心とする幅123( $a$ )は、接着剤113もしくは近傍の部材表面がせん断破壊して接着効果を失っている部分の長さであり、以下、自由長と呼ぶ。また、拘束長125( $b$ )は柱105の自然な拘束長であり、自由端から計った長さである。従って、帯状補強材101は、定着長 $s = b - a$ の長さで柱105に接着されている。

ここで、拘束長125は、柱105のような長方形断面の場合には一辺の長さ、円形断面の場合には中心角90度前後の周の部分である。これらの長さが帯状補強材101のベルト幅119( $w$ )に比べて極めて大きいときは、実際に働いている接着力がゼロでない長さを取る。

なお、クラック115が、長方形断面の部材のある面の中央付近にある場合には、拘束長125が部材の他の面にも及ぶ。

帯状補強材101の剛性を $k$ とすると、自由長 $a$ 、即ち幅123と、クラック幅117( $d$ )、張力121( $q$ )との間には、次の関係がある。

$$q = k d / a \quad (1)$$

定着長 $s = b - a$ 内の帯状補強材101と柱105の平均せん断力をとすると、

$$\tau = q / (w \cdot s) \quad (2)$$

である。

式1、式2)より自由長 $a$ を消去すると、張力121( $q$ )と平均せん断力、クラック幅117( $d$ )の間には、次の2次関係がある。

10

20

30

40

50

$$q = 1/2 [\tau w b \pm \{(\tau w b)^2 - 4 \tau w k d\}^{0.5}] \quad 3)$$

この関係は、最大クラック幅  $d_{max}$  以下で2つの解  $q$  があるが、大きいほうの解が先に実現するので、これを採用することになると、 $q$  はクラック幅  $117(d)$  に応じて、最大値  $q_{max}$  と最小値  $q_{min}$  の間になる。

$$q_{max} = \tau w b \quad 4)$$

$$q_{min} = 0.5 \tau w b \quad 5)$$

最小値  $q_{min}$  に対応するクラック幅  $d_{max}$  は、

$$d_{max} = \tau w b^2 / (4k) \quad 6)$$

10

である。

クラック幅が  $d_{max}$  を越えると、式3)は解を持たない。即ち、このようなメカニズムが成り立たなくなる。以上の関係から、クラック115を押し広げようとする力を帯状補強材101で分担する時の最大値  $q_{max}$  と最小値  $q_{min}$  を求めて、上記のメカニズムを利用した構造補強を設計することができる。式4)から式6)の値は、柱105等の部材と帯状補強材101の間の接着力（平均せん断力）に比例する。

帯状補強材101としてポリエステルベルト99等の安価で伸展性に優れた材料を用いた場合には、材料としてのヤング率はコンクリートの約10分の1、鉄の約100分の1である。従って、平均せん断力の大きな接着剤113を用いて接着したとしても、クラック115を生じずに弾性的に部材に加わるせん断力を分担することは困難である。しかし、変形の小さい範囲内の補強効果を特に必要とする場合には、ポリエステルベルト等に樹脂を含浸させて補強材の剛性を高めた上で、エポキシ樹脂系の接着剤を用いる。

20

第28図において、例えば、帯状補強材101が幅64mm、厚さ4mmのポリエステルベルト99であり、柱105が、拘束長125が  $b = 30\text{cm}$  の鉄筋コンクリート柱であり、接着剤113として、トヨーポリマー製のエポキシウレタン系接着剤ルピロンを用いるとする。このとき、平均せん断力  $= 10\text{kgf/cm}^2$ 、帯状補強材101（ポリエステルベルト99）のベルト幅119は  $w = 6.4\text{cm}$ 、拘束長125は  $b = 30\text{cm}$ 、帯状補強材101（ポリエステルベルト99）の剛性  $k = 153000\text{kgf/cm}^2$  である。

式4)から式6)を用いて最大値  $q_{max}$ 、最小値  $q_{min}$ 、最大クラック幅  $d_{max}$  を算出すると、最大値  $q_{max} = 1920\text{kgf}$ 、最小値  $q_{min} = 960\text{kgf}$ 、最大クラック幅  $d_{max} = 0.12\text{cm}$  となる。

30

従って、この補強を実施すると、最大クラック幅  $d_{max} = 1.2\text{mm}$  までを拘束することができ、このときの帯状補強材101（ポリエステルベルト99）1本あたりの張力121は、 $q = 0.9\text{tf}$  となる。

第30図は軸力と曲げとせん断を受ける柱105の概略図、第31図は柱105に発生するクラック115を押し広げようとする力を示す図である。第27図に示す方法で帯状補強材101としてポリエステルベルト99を用いて補強された柱105に、軸力129(P)を加えつづけた状態で、水平力を加え、曲げモーメント131(M)、せん断力Qを繰り返し発生させた場合について、以下に補強効果を述べる。

40

柱105は、通常の構築部の柱を想定している。せん断力127(Q)が柱105の高さ  $h$  の中間の高さ ( $h/2$ ) で水平に作用しており、柱105の上端と下端は回転しない様に水平にスライドするという条件である。この結果、柱105の内部には、水平方向に均等なせん断力(合力Q)と軸力(合力P)が発生する。曲げモーメントは、上端部で  $M = Qh/2$ 、中間でゼロ、下端で  $-M$  となる。

せん断力127(Q)が、柱105の鉄筋、コンクリートの状態から決まる最大せん断力  $Q_{max}$  に達すると、クラック115が角  $137$  の方向に発生する。このクラック115を水平方向に押し広げようとする力は、柱105に作用するせん断力127(Q)である。この力を、矢印c133で示す範囲の帯状補強材101で負担すると考える。帯状補強材101は、1本の幅が  $w$ 、1本あたりの張力は  $q$  なので、矢印c133の範囲の帯状

50

補強材 101 の合力  $Q$  は、 $Q = q \cdot 2C / w$  である。

但し、柱 105 は長方形断面であるので、前面と背面がともに働くとして係数 2 を用いた。また、矢印 c 133 の長さ  $C$  は、第 31 図から、 $C = b \tan$  である。一般には、せん断力  $Q$  は、部材内部でも負担しているが、ベルトが顕著な効果を発揮する  $Q_{max}$  付近の変形を超えると、ほぼ全てのせん断力がベルトの張力によって負担されると仮定している。

今、角 137 = 45 度とすれば、柱 105 の幅 135 が  $b$  (拘束長) = 30 cm である。よって、前に、式 4) から式 6) により算出した、ポリエステルベルト 99 (幅 64 mm、厚さ 4 mm) を使用したときの最大値  $q_{max}$ 、最小値  $q_{min}$  に対応する水平力  $Q_{max}$ 、 $Q_{min}$  は、 $Q_{max} = q_{max} \cdot 2b / w = 18000 \text{ kgf}$ 、 $Q_{min} = q_{min} \cdot 2b / w = 9000 \text{ kgf}$  となる。従って、本補強の効果で、クラック 115 の幅が  $d_{max} = 1.2 \text{ mm}$  を越えない範囲では、9 tf 以上の水平抵抗力を保持することができる。

次に、補強なしの柱 105 と、第 27 図に示す帯状補強材 101 として前述のポリエステルベルト 99 (幅 64 mm、厚さ 4 mm) を用いて補強した柱 105 について、第 30 図に示す条件で、変位制御で水平繰り返し加力試験を実施した結果について述べる。但し、柱 105 のコンクリート強度は  $135 \text{ kgf/cm}^2$ 、軸方向鉄筋比 0.56%、せん断補強鉄筋比 0.08%、軸力は一定で、37 tf (軸力比 0.3) である。

第 32 図は、柱 105 の変形を示す概略図である。柱 105 の水平方向の変位を水平変位  $h_{139}$ 、鉛直方向の変位を鉛直変位  $v_{141}$  とすると、実験により、第 33 図から第 38 図に示す結果が得られた。第 33 図は柱 105 の水平力  $Q$  と変位履歴の包絡線を示す図である。第 34 図は柱 105 の水平変位、鉛直変位、水平力の関係を示す図、第 35 図は、柱 105 の復元力特性関係を示す図である。

第 33 図の横軸は柱 105 の水平変位  $h$  (139) を、縦軸は水平力  $Q$  (せん断力 127) を示す。第 35 図の横軸は柱 105 の水平変位  $h$  (139) と変形角を、縦軸は水平力  $Q$  (せん断力 127) を示す。

第 33 図において、柱 105 を帯状補強材 101 で補強しない場合の包絡線が補強なし 143 a、補強した場合の包絡線が補強あり 143 b の曲線である。補強あり 143 b に示す包絡線は、第 35 図に示す履歴ループ 153 の阪神大震災相当 157 a、阪神大震災 2 倍相当 157 b、阪神大震災 3 倍相当 157 c、阪神大震災 5 倍相当 157 d 等の点の包絡線である。

第 34 図では、横軸が水平変位  $h$  (139) を、上向きの縦軸が水平力  $Q$  (せん断力 127) を、下向きの縦軸が鉛直変位  $v$  (141) を示す。補強なし 143 a、補強あり 143 b は、第 33 図の補強なし 143 a、補強あり 143 b に示したのと同じ包絡線である。補強なし 145 a は、帯状補強材で補強しなかった柱 105 の鉛直変位  $v$  を、補強あり 145 b は、帯状補強材 101 (ポリエステルベルト 99) で補強した柱 105 の鉛直変位  $v$  を示す曲線である。

第 33 図、第 34 図に示すように、補強なし 143 a の場合の最大水平力を  $Q_{max1}$ 、補強あり 143 b の場合の最大水平力を  $Q_{max2}$ 、最小水平力を  $Q_{min}$  とすると、実験のデータから、補強なし 143 a の場合の最大水平力は  $Q_{max1} = 17.5 \text{ tf}$  である。また、補強あり 143 b の場合の最大水平力は  $Q_{max2} = 18 \text{ tf}$ 、最小水平力は  $Q_{min} = 7 \text{ tf}$  である。

第 34 図で、補強なしの柱 105 の水平力  $Q$  を示す補強なし 143 a のライン、鉛直変位  $v$  を示す補強なし 145 a のラインは、水平力  $Q$  が  $Q_{max1}$  となった時点から急降下している。これは、補強した柱 105 では、 $Q_{max2}$  に対応する水平変位から、 $Q_{min}$  までの水平変位の領域で、帯状補強材 101 (ポリエステルベルト 99) での補強効果によってせん断力の大半が負担されているという前記の仮定を裏付けている。

補強あり 143 b での最小水平力  $Q_{min}$  の実験データが、第 30 図、第 31 図のモデルを用いた計算値 9 tf より小さいのは、実験誤差であるとともに、繰り返し荷重と変形で、柱 105 のコンクリート面と帯状補強材 101 (ポリエステルベルト 99) との接着面

10

20

30

40

50



での強度低下が生じたことも考えられる。最大せん断力  $Q_{max2}$  は、計算値  $18 \text{ t f}$  とほぼ等しい値である。

第34図に示すように、柱105の水平変位  $h$  が変位振幅  $h_c 147$  のとき、水平力  $Q$  を示す補強あり143bの曲線には水平力変曲点149が、鉛直変位  $v$  を示す補強あり145bの曲線には鉛直変位変曲点153がある。変位振幅  $h_c 147$  は、第35図に示す履歴ループ153の兵庫県南部地震3倍相当157c付近の水平変位  $h$ 、すなわち約  $140 \text{ mm}$  (変形角は  $0.15 \text{ rad}$ ) である。

第36図は、柱105の累積水平変位  $h$  と履歴吸収エネルギー  $W$  の関係を示す図である。第37図は第36図の詳細図である。第36図では、横軸が水平累積変位  $h$  を、縦軸が履歴吸収エネルギー  $W$  を示す。

第36図、第37図の横軸に示す累積水平変位  $h$  は、次の式で計算した。ここで、 $i$  は、データ記録のステップ数、 $n$  は現在のステップ数である。なお、累積水平変位  $h$  は、第35図に示す履歴ループ153上での位置を示す指標として計算している。

$$\sum \delta_h = \sum_{i=1}^n | \delta_{h_{i+1}} - \delta_{h_i} | \quad (7)$$

縦軸に示す履歴吸収エネルギー  $W$  は、次の式で計算した。履歴吸収エネルギー  $W$  は、水平力  $Q$  すなわちせん断力  $127$  のした仕事である。

$$W = \int Q d \delta_h \quad (8)$$

構造物のある柱105が受け持つ軸力  $129$  が  $P$  であれば、これに対応する質量  $m$  は、重力加速度  $g$  を用いて、 $m = P / g$  で表せる。従って、構造物に入力され、振動が終了するまでに消費されるエネルギーのうち、柱105に作用するせん断力  $127$  がする仕事  $E$  は、地震動の速度応答スペクトル  $S_v$  を用いて、近似的に次の式で表される。

$$E = 0.5 (P/g) S_v^2 \quad (9)$$

第36図に示す履歴吸収エネルギー  $157$  の曲線は、第35図に示す実験結果の履歴ループ153から式8)で計算した履歴吸収エネルギーを表す。阪神大震災相当159aおよび阪神大震災5倍相当159bの直線で示される値は、履歴吸収エネルギー  $157$  の曲線との比較のため、式9)で算出したものである。第37図では、同様に式9)で算出した阪神大震災2倍相当159c、阪神大震災3倍相当159dの値をさらに示している。式9)を使用するにあたり、速度応答スペクトルは、固有周期  $0.3$  秒での神戸海洋気象台記録での値である  $S_v = 90 \text{ cm/s}$  を用いた。

第38図は、式7)で算出した累積水平変位  $h$  と鉛直変位  $v$  の関係を示す図である。第38図では、横軸が水平累積変位  $h$  を、縦軸が鉛直変位  $v$  ( $141$ ) を示す。第34図の説明で述べたように、水平変位が変位振幅  $h_c 147$ 、すなわち約  $140 \text{ mm}$  のとき、鉛直変位変曲点153があり、このとき、累積水平変位  $h$  は約  $1500 \text{ mm}$  である。第38図に示すように、鉛直変位変曲点153での累積変位約  $1500 \text{ mm}$  までは、鉛直変位  $v$  は  $5 \text{ mm}$  (歪  $0.5\%$ ) 以下である。

この実験から、次のことが言える。

1 従来の補強が困難である低強度コンクリート ( $135 \text{ kgf/cm}^2$ ) で補強効果を発揮した。

2 歪の小さい範囲から大変形まで連続的に補強効果を発揮した。

3 第33図に示す補強あり143bの曲線で、水平力に2つの変曲点 ( $Q = Q_{max2}$  となる点、および  $Q = Q_{min}$  となる点、すなわち水平力変曲点149) が確認された。

4 第34図に示す補強あり145bの曲線で、鉛直変位  $v$  にひとつの変曲点 (鉛直変位変曲点153) が確認された。これは、3に記述した水平力変曲点149 ( $Q = Q_{min}$ ) に対応する点である。なお、鉛直変位変曲点153は、繰り返し荷重によってコンクリートが累積損傷し、コンクリート強度が低下し、帯状補強材101 (ポリエステルベルト99) と柱105のコンクリート面の接着強度が低下し、クラック幅  $117$  が限界  $d_{max}$  を越え、式1から式6)のメカニズムが成り立たなくなった結果、柱105

の断面形状が変化を開始し、大きな軸変形を生じるメカニズムに移行した点である。

5 水平力 $Q$ の第2変曲点、すなわち $Q = Q_{min}$ となる水平変曲点149に達するまで、即ち鉛直変位 $v$ が鉛直変位変曲点153に達するまでは、鉛直変位 $v$ （柱105の軸縮み）は0.5%以下であり、実用上、構造物が地震後再利用できる許容範囲である。

6 補強しない場合（第33図、第34図に示した補強なし143a、145aの場合）には、阪神大震災相当の履歴吸収エネルギー以前に鉛直変位 $v$ が急拡大し、構造物は崩壊したと考えられる。

7 補強した場合、第36図、第37図に示す履歴吸収エネルギー157が阪神大震災約2.5倍相当の履歴吸収エネルギーとなるまでは鉛直変位 $v$ が0.5%以下であり、実用上、構造物が地震後再利用できる許容範囲である。 10

8 補強した場合には、第38図に示すように、阪神大震災約2.5倍相当の履歴吸収エネルギー（累積水平変位 $h$ が約1500mm）を越えると、鉛直変位 $v$ は徐々に拡大する。しかし、第34図、第35図に示すように、水平耐力が上昇し、1サイクルあたりの吸収エネルギーが増えるので、制振効果が高まり、大きな崩壊防止効果がある。

第8の実施の形態により、柱105等の部材にポリエステルベルト99等の帯状補強材101を直接接着する方法は、第33図から第38図の実験結果に示されるように、クラック115の発生後の小さな変形から大きな変形まで、連続的に補強効果を発揮する。

従来、部材を巻き立てて補強する場合は、クラックの発生を防ぐべく、部材を構成する主要な力学的要素の剛性と同等以上の剛性を持った炭素繊維、巻き鉄板等の補強材料を部材表面に直接樹脂等で張り付けることを特徴としていたが、第8の実施の形態では、部材表面のクラック115の発生を抑止しようとするのではなく、クラック幅117を有効な値、例えば2mm程度に押さえることで、部材の機能低下を制御し、構造物の使用性や安全性を維持する。 20

ポリエステルベルト99等の剛性が大きな材料を用いて部材表面に直接接着する方法は、有限なクラック115を伴う変形の範囲で、部材の形状を保持する効果を高めることを狙っている。この効果は、式1から式4)に示したように、補強材周方向の剛性に比例して高くなり、部材表面と補強材の間で伝達されるせん断力の大きさによって限界がある。よって、部材と、剛性の大きな補強材を直接接着することによって、効果を高めることができる。 30

なお、第8の実施の形態で使用する帯状補強材101は、ポリエステルベルト99に限らない。同等の強度、剛性を持つ任意の材質を使用することができる。

また、第8の実施の形態の補強方法は、クラック幅117の増大を制御することによって、部材の見かけの体積の膨張を抑える方法であり、原理的には前出願に等しいが、形状変化と軸歪を抑えるメカニズムを考案し、理論式と実験で実証したことは、今後の実用上意義が大きい。

次に、第9の実施の形態について説明する。第9の実施の形態は、第1の実施の形態と同様に、凹凸のある部材、ならびに部材と部材の接合部の補強効果を高める方法である。第39図は、柱161と梁163の接合部に接続用補強材169a、169bを設置した状態を示す斜視図である。柱161の左右の側面165bには、梁163が接合されている。 40

柱161と梁163の接合部は、まず、2枚のシート状の接続用補強材169aと、4枚の接続用補強材169bとで補強される。接続用補強材169aは、シート状の補強材であり、柱161の側面165bと梁163の側面167aとの接合部を覆うように接着される。接続用補強材169aの中央部は、柱161の側面165aと左右に隣接する側面165bとに接着され、両端部は、梁163の側面167aに接着される。

接続用補強材169bはシート状の補強材であり、柱161の側面165bと梁163の側面167bとの接合部を覆うように接着される。接続用補強材169a、169bは、例えば、繊維系、ゴム系等の伸展性のあるシート材である。

接続用補強材169a、169bは、シート状の補強材ではなく、ポリエステルベルト9 50

9等の帯状補強材を用いても良い。シート材、帯状補強材のいずれを用いる場合でも、接続用補強材169a、169bの厚さ、幅、長さ等は、必要な補強量に相当する寸法とする。

接続用補強材169a、169bを柱161や梁163に接着する方法は、第1の実施の形態の補強材7a等と同じく仮付けでもよいが、第7の実施の形態の補強材85のように、強度を期待した接着を用いることができる。一般に、構造物の変位振幅は、部材と部材の接合部の変形に大きく左右されるので、後述の第43図のステップ209に示した方法で補強量が決定されることを考えると、後者を用いることが実用的である。

第40図は、柱161と梁163の接合部に帯状補強材171a、171bを設置した状態を示す斜視図である。第40図では、第39図に示すように設置された接続用補強材169a、169bを覆うように、1本の帯状補強材171aと、2本の帯状補強材171bが設置される。帯状補強材171aは、太い側の部材、すなわち柱161の周囲に設置される。帯状補強材171aは、斜めに柱161と梁163の接合部を跨ぎ、接合部の上方と下方とで連続して巻き付けられる。帯状補強材171bは、細い側の部材、すなわち梁163の周囲に設置される。帯状補強材171bは、柱161の左右に接合された梁163にそれぞれ独立して巻き付けられる。

この方法を繰り返し用いて補強量を必要な量まで増やす。第40図では帯状補強材171a、171bを二重に設置し、柱161と梁163の接合部で襷がけにしてある。

柱161、梁163への帯状補強材171a、171bの接着には、前出願および本出願で用いたように強度を期待した接着を用いる。第41図は、接続用補強材169b等が設置された柱161と梁163の接合部の断面図を示す図である。シート状の接続用補強材169bの上には、帯状補強材171a、171bが巻き付けられる。柱161や梁163とシート状の接続用補強材169b、接続用補強材169bと帯状補強材171a、171bは、お互いの張力を接着面のせん断抵抗を介して伝達するように接着される。柱161や梁163と接続用補強材169a、接続用補強材169aと帯状補強材171a、171bも同様に接着される。

なお、必要に応じて、柱161の周囲に補強材173aを、また、梁163の周囲に補強材173bを巻き付ける。補強材173a、173bは、伸展性のあるシート材や帯状材である。

このように、第9の実施の形態では、柱161と梁163との接合部に接続用補強材169a、169bを設けて、部材間の補強効果を高める。さらに、帯状補強材171aを太い方の部材である柱161に襷がけにし、接合部を跨いで巻きついたり、帯状補強材171a、171bを柱161や梁163の周囲に多重に巻きつけることで、必要な補強量を確保する。

第39図、第40図では、十字型の接合部を示したが、T型等の接合部でも同様の方法で施工できる。さらに、柱と梁の組合せに限らず、他の部材同士の接合部の補強にも有効である。また、第1、第2の実施の形態に示すような、スリットや孔を用いる方法と併用することもできる。これは、スラブと梁、壁と梁など、厚さや形状の大きく異なる部材間の接合部の補強に対して、特に有効である。なお、帯状補強材171a、171bのみで十分な補強量を得られる場合には、接続用補強材169a、169bを省略してもよい。

第42図、第43図は、本発明の方法で部材の補強を行うときの補強量の設計のフローチャートを示す図である。第42図、第43図のフローチャートを用いて、補強諸元を決定する方法について説明する。

第42図に示すように、まず、構造物の重量、形状、機能等の限界条件を決定する(ステップ201)。同時に、構造物に作用する突発的外力の振幅、周期、継続時間、エネルギーを決定する(ステップ202)。さらに、構造物に作用する突発的外力の内、鉄筋、コンクリート等、従来の材料で負担する部分を決定する(ステップ203)。

次に、構造物や部材を新設する場合など、部材諸元を決定する場合(a)には、ステップ201からステップ203での決定事項を考慮して部材諸元を決定する(ステップ204)。部材諸元は、通常の構造設計計算方法もしくは他の補強指針を用いて決定することが

10

20

30

40

50

できる。

次に、本方法で負担する自重等の常時の荷重と突発外力を決定する（ステップ205）。すなわち、本発明の方法、構造、材料で負担する突発的な外力の種類、性質と大きさ（振幅、周期、継続時間、エネルギー）を決定する。これは、ステップ201で決定した、構造物はその耐用期間に受けると考えられる突発的な外力のエネルギーから、本発明の方法での補強以外で耐えうる突発的な外力のエネルギー（ステップ203で決定した、従来の材料で負担する部分など）を除いたものとすることもできる。従って、新設時点の構造設計で本発明の補強を用いることを考慮する場合には、部材の材料、部材諸元を、この補強を考慮して節約することができる。

なお、既存の構造物や部材を補強材で補強する場合など、部材諸元を決定しない場合（b）には、ステップ202、ステップ203での決定事項からステップ205の内容を決定する。この場合も、構造物はその耐用期間に受けると考えられる突発的な外力から、本発明の方法での補強以外で耐えうる突発的な外力を除いたものとして決定することができる。

次に、部材に作用する断面力の振幅とエネルギーを計算する（ステップ206）。すなわち、ステップ202で決定した、突発的な外力の種類、性質と大きさから、補強した部材、その他の部材を含む部材に作用する断面力（せん断力、軸力、曲げモーメント等）および部材の変形（せん断歪、軸歪、曲げ歪等）の振幅と大きさを計算する。同時に、構造物全体の突発外力による変位振幅と振動エネルギーを計算する（ステップ207）。

ステップ206、ステップ207について、厳密には、第35図に示したような補強した部材とその他の部材の復元力特性を考慮した有限要素法、フレーム解析法等の構造解析計算を行うことによって計算できる。簡略法としては、通常の構造設計で行われているように、構造系を単純化して、エネルギー一定則などの仮定を設けて行うことができる。従来の計算と比較して対象とする変形範囲が広いことを除けば、復元力特性が明らかな部材の構造設計と同じ要領で行うことができる。

次に、補強した部材の補強量と復元力特性、軸歪の関係を決定する（ステップ208）。ステップ206、ステップ207の計算により、ステップ208の内容を決定する。このとき、一般には、第43図の破線で示したように、ステップ210からステップ208を介してステップ206及びステップ207の間のフィードバックが必要になる。

そして、構造物の地震等の突発的な外力作用後の機能・使用性・修復可能性等の限界条件を決定し（ステップ209）、これとステップ207で計算した構造物の変位振幅と振動エネルギーを比較して、補強諸元を決定する（ステップ210）。

すなわち、ステップ206からステップ208で計算した構造物の変形と、ステップ209で決定した、地震等の突発外力が作用した後にどのような形で構造物を使用するかの条件から求まる許容変形量とを比較し、補強諸元を決定する。この際、ステップ201で決定した構造物の重量、形状、機能等の限界条件も考慮に入れる。

大地震等に関しては、ステップ209で、崩壊しなければよいという条件であれば、許容変形は大きくとることができる。一方、新幹線の高架橋等のように、大地震直後であっても変形が大きいと脱線等の危険がある場合には、これを考慮して補強量を決定する。

第1から第9の発明は、伸展性のある材料を部材表面に接着剤で設置して、見かけの体積の膨張を拘束することによって、部材の破壊を制御する方法（前出願）の効果を高める補強方法、補強構造、免震装置に関するものである。

前出願では、補強材料として、ポリエステルシートなどの、安価で加工や接着が容易な材料を用いている。これらの補強材料のヤング率は、コンクリートの10分の1、鉄の100分の1程度である。よって、鉄筋コンクリートの鉄筋のような形で、歪が極めて小さい弾性範囲内で部材に作用する荷重の一部を直接分担する効果は、上記のヤング率の比に比例して、ごく小さい。

しかし、繰り返し荷重の作用により、部材を主として構成する鉄やコンクリート等の材料が降伏したり、ひび割れを発生したりして、塑性変形を開始した以降には、部材の剛性が低下するので、前出願の方法は、顕著な効果を発揮する。すなわち、部材を構成するコンクリート等の材料が粒状体を経て粉体となり、鉄が大きく塑性変形したり破断した以降も

、これらを一体化させて保持し、軸力保持能力、曲げやせん断などの外力への抵抗能力を発揮させることができる。

補強した部材は、剛性を保持しながら、上述の一連の繰り返し変形過程で極めて大きなエネルギーを吸収するので、地震等の突発的な外力から、構造物の崩壊を防止することができる。鉄筋コンクリート柱の例については、第8の実施の形態の部分で実験結果を示した。第44図は、繰り返し荷重の作用による、補強した部材の累積変形と履歴吸収エネルギーの関係を示す図である。横軸は累積変形を、縦軸は履歴吸収エネルギーを示す。部材が、有限なひび割れを伴って変形する間にも、繰り返し外力の作用を受けることによって、部材を構成する材料が部分的な破壊を生ずる。従って、部材と補強材の間で伝達されるせん断力はこれに応じて低下するので、補強効果も低減し、部材の形状を保持する効果も低減する。繰り返し荷重による部材を構成する材料の破壊は、外力のした仕事、すなわち履歴吸収エネルギーで計ることができる。

10

材料の種類と量に応じて、ある限界（形状保持限界エネルギー161と称する）が存在し、これを超えると材料が粒状体的に振る舞うので、部材の形状が顕著に変化し始める。本発明、ならびに前出願の方法で補強した部材では、断面は円形に、全体形状は球を繋げた形に近づいていく。これによって、構造物の形状も顕著に変化する。

第6の実施の形態の第18図から第20図に示した免震装置55、55a、55bの例は、この形状を先取りすることで、形状保持限界エネルギー161以降の形状変化を最小に抑えて、構造物の地震後の使用性を確保しうる履歴吸収エネルギー領域、すなわち入力地震動のエネルギー領域を増やすことを狙っている。この形状の工夫も前出願の効果を高める方法の一つである。

20

また、形状保持限界エネルギー161以前の過程で、部材内部には、部材を構成するコンクリートなどの材料を破壊する摩擦力と熱が発生する。第6の実施の形態の第20図についての説明で述べたように、特殊な充填材をコンクリート67等の前記の材料に混入させることで、上記の熱や摩擦力で充填材の内容物が染み出して材料の強度低下を抑え、形状保持エネルギー161を高めることができる。

第44図に示すように、広い範囲のエネルギー領域と変形領域に対応できることが、前出願の特徴であり、本発明の方法は、この効果を高める方法である。さらに、免震装置に前出願と本発明の方法を用いた場合には、形状変化を最小に抑え、剛性を保持しつつ、装置の体積に相当する材料がほぼ完全に粉砕されるエネルギー量を吸収することができる。これは、免震装置としては極めて効率的な方法である。さらに、特殊な充填材を混入し、上記の過程の外力仕事によって発生する熱などのエネルギーを利用して材料を内部で補強することで、免震効果を一層高めることができる。

30

次に、第10の実施の形態について説明する。第10の実施の形態では、第1から第9の実施の形態で用いられる繊維系のシート状補強材や帯状補強材に、樹脂を含浸させる。第45図は、樹脂を含浸させた補強材料および含浸させない補強材料の引張応力歪関係を示す図である。縦軸は張力を、横軸は伸び歪(%)を表す。

樹脂を含浸させた場合175の曲線は、ポリエステル製のシート状織布にエポキシ樹脂を含浸させ、樹脂が硬化した後に引張試験を行った応力歪関係を示す。含浸させない場合177の曲線は、同じシート状織布にエポキシ樹脂を含浸させずに引張試験を行った応力歪関係を示す。

40

第45図で、樹脂を含浸させた場合175と含浸させない場合177の曲線を比較すると、樹脂を含浸させることによって、歪0%から約3%までの範囲で剛性、即ちグラフの割線勾配が顕著に大きくなっていること、かつ、歪の大きい範囲まで破断することなく変形できることが読み取れる。なお、第24図に示すポリエステルベルト99等のポリエステル製の帯状材料でも、同様の試験結果が得られる。

第45図に示す試験結果は、樹脂を含浸させた場合175には、ポリエステル繊維で織ったシートもしくは帯状の材料に樹脂を含浸させたことによって、歪の小さい範囲内では樹脂が繊維の変形を拘束する効果があり、含浸させない場合177に比べて剛性が増加することを示している。また、変形が大きくなると、樹脂を含浸させた場合175では、繊維

50

を大きく破損しないで前記の効果が失われる結果、15%以上の大きな歪まで変形性能を保ち得ることを示している。

このように、樹脂を含浸させた補強材料を第1から第9の実施の形態で用いたシート状補強材、もしくは帯状補強材として用いることによって、単一種類の材料で、歪の小さい範囲で変形を抑制する効果が高めながら、なおかつ、歪の大きい範囲での荷重保持効果を得ることができる。第10の実施の形態の補強材料は、第7の実施の形態の補強材85と補強材87を単一種類の材料で可能にする方法である。

産業用の利用可能性

このように、本発明にかかる構造物の補強構造、免震装置および補強方法は、補強する部材に起伏や凹凸のある場合、他の部材や非構造部材と接合されているか、極めて近接している場合、部材と補強材、補強材と外界の作用によって補強材が劣化する可能性のある場合、小さい範囲の変形から大きな変形まで補強効果を必要とする場合、免震補強が必要な場合等に用いるのに適している。

【図面の簡単な説明】

第1図は、補強される部材の斜視図である。

第2図は、補強後の第1図のA-A断面図である。

第3図は、補強後の第1図のA-A断面図である。

第4図は、補強される部材の斜視図である。

第5図は、接続用補強材15の平面図である。

第6図は、補強後の第4図のB-B断面図である。

第7図は、補強後の第4図のB-B断面の一部を示す図である。

第8図は、補強される扁平部材31の斜視図である。

第9図は、接続用補強材35の斜視図である。

第10図は、補強後の扁平部材31の孔33付近の断面図である。

第11図は、補強後のH型部材43の斜視図である。

第12図は、補強後の中空部材49の斜視図である。

第13図は、免震装置55の斜視図である。

第14図は、免震装置55、55a、55bのいずれかを使用した構造物53の立面図である。

第15図は、免震装置55、55a、55bのいずれかを使用した構造物53の立面図である。

第16図は、免震装置55、55a、55bのいずれかを使用した構造物53の立面図である。

第17図は、第14図から第16図に示すように構造物の層に設置された免震装置55b付近の鉛直断面図である。

第18図は、第14図から第16図に示すように構造物の層に設置された免震装置55a付近の鉛直断面図である。

第19図は、免震装置55aの水平断面図である。

第20図は、コンクリート製の免震装置55bの水平断面図である。

第21図は、第14図から第16図に示す層57、57a、57bの鉛直部材69に作用する力を示す図である。

第22図は、補強後の部材81の断面の一部を示す図である。

第23図は、部材81の荷重変形関係を示すグラフである。

第24図は、ポリエステルベルト99の平面図である。

第25図は、帯状補強材101で補強した柱105の例を示す斜視図である。

第26図は、帯状補強材101で補強した柱105の例を示す斜視図である。

第27図は、第26図に示す柱105の立面図である。

第28図は、第25図から第27図に示す柱105の表面付近の断面図である。

第29図は、帯状補強材101とクラック115の有効接着長の関係を示す図である。

第30図は、軸力と曲げとせん断を受ける柱105の概略図である。

第 3 1 図は、柱 1 0 5 に発生するクラック 1 1 5 を押し広げようとする力を示す図である。

第 3 2 図は、柱 1 0 5 の変形を示す図である。

第 3 3 図は、柱 1 0 5 の水平力  $Q$  と変位履歴の包絡線を示す図である。

第 3 4 図は、柱 1 0 5 の水平変位、鉛直変位、水平力の関係を示す図である。

第 3 5 図は、柱 1 0 5 の復元力特性関係を示す図である。

第 3 6 図は、柱 1 0 5 の累積水平変位  $h$  と履歴吸収エネルギー  $W$  の関係を示す図である。

第 3 7 図は、第 3 6 図の詳細図である。

第 3 8 図は、累積水平変位  $h$  と鉛直変位  $v$  の関係を示す図である。

10

第 3 9 図は、柱 1 6 1 と梁 1 6 3 の接合部に接続用補強材 1 6 9 a、1 6 9 b を設置した状態を示す斜視図である。

第 4 0 図は、柱 1 6 1 と梁 1 6 3 の接合部に帯状補強材 1 7 1 a、1 7 1 b を設置した状態を示す斜視図である。

第 4 1 図は、接続用補強材 1 6 9 b 等が設置された柱 1 6 1 と梁 1 6 3 の接合部の断面図を示す図である。

第 4 2 図は、補強量の設計のフローチャートを示す図である。

第 4 3 図は、補強量の設計のフローチャートを示す図である。

第 4 4 図は、補強した部材の累積変形と履歴吸収エネルギーの関係を示す図である。

第 4 5 図は、樹脂を含浸させた補強材料および含浸させない補強材料の引張応力歪関係を示す図である。

20

#### 符号の説明

1, 2 1 角型部材

3, 2 3 扁平部材

5 スリット

7 a, 7 b, 7 c, 1 3 a, 1 3 b, 2 7, 2 9, 4 1, 4 5, 8 5, 8 7, 1 7 3 a, 1 7 3 b 補強材

9, 1 1 接着剤

1 5, 3 5 接続用補強材

1 7, 3 7, 1 6 9 a, 1 6 9 b 接着面

30

1 9, 3 9 連結部

2 5, 3 3 孔

4 7 充填材

5 3 構造物

5 5 免震装置

5 7, 5 7 a, 5 7 b 層

5 9 基礎

8 1 部材

8 3, 8 9 保護用補強材

9 9 ポリエステルベルト

40

1 0 1, 1 7 1 a, 1 7 1 b 帯状補強材

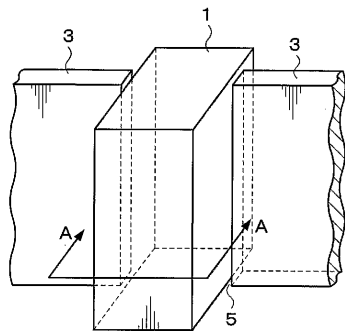
1 0 5, 1 6 1 柱

1 1 7 クラック幅

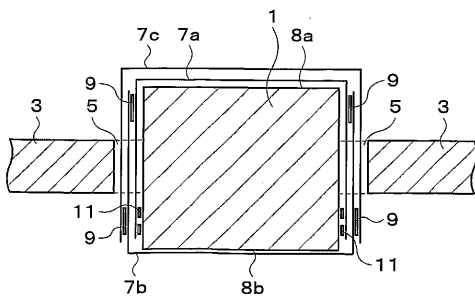
1 2 1 張力

1 6 3 梁

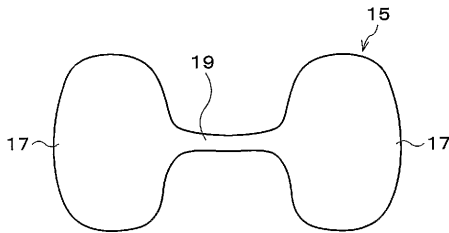
【 図 1 】  
第1図



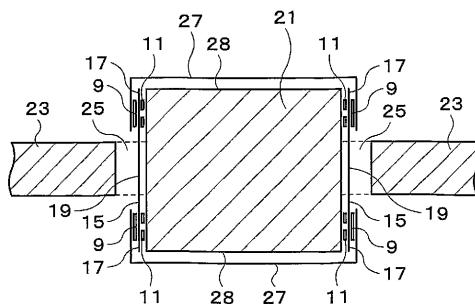
【 図 2 】  
第2図



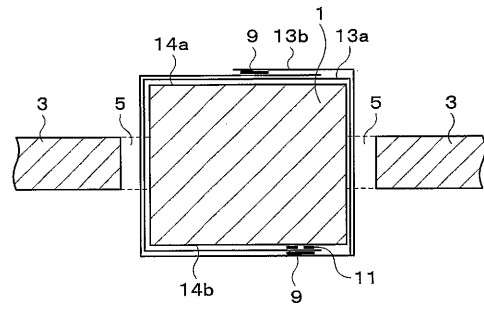
【 図 5 】  
第5図



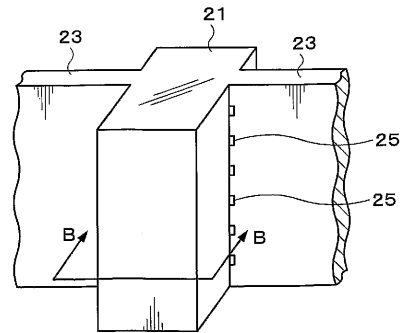
【 図 6 】  
第6図



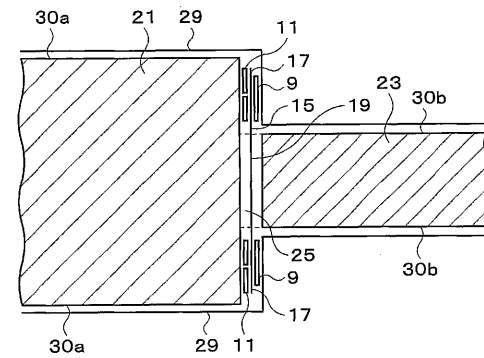
【 図 3 】  
第3図



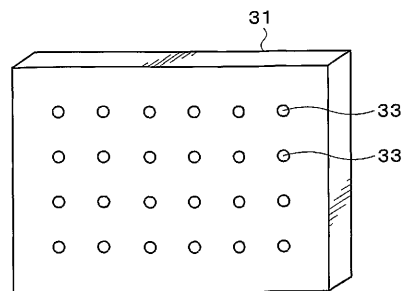
【 図 4 】  
第4図



【 図 7 】  
第7図

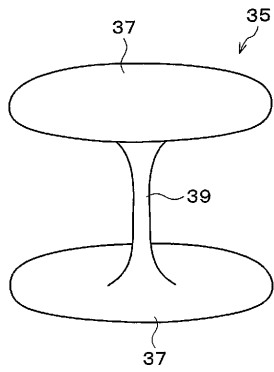


【 図 8 】  
第8図

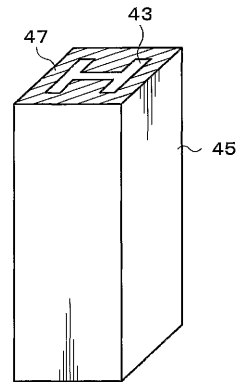




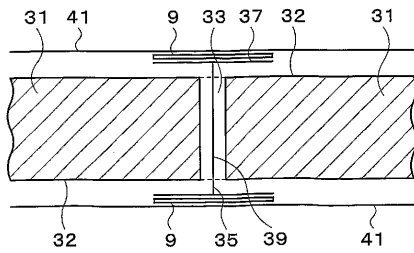
【图 9】  
第9图



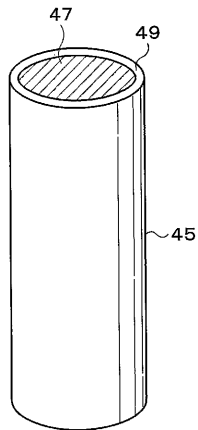
【图 11】  
第11图



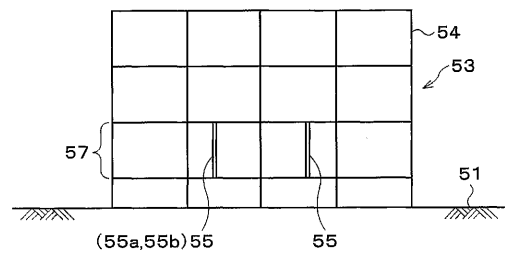
【图 10】  
第10图



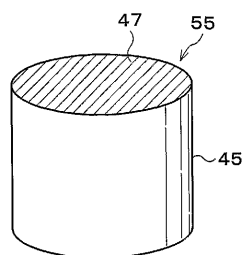
【图 12】  
第12图



【图 14】  
第14图



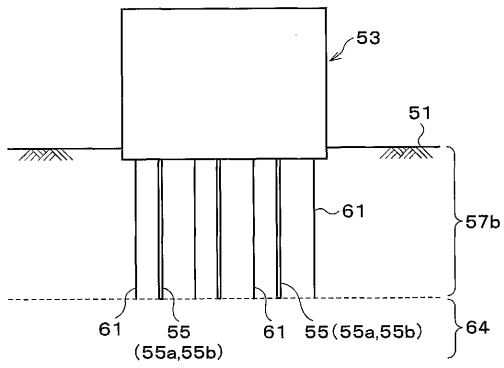
【图 13】  
第13图



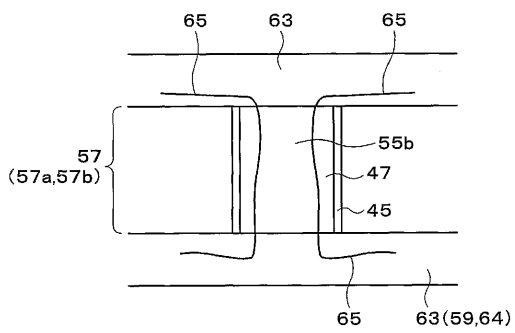
【图 15】  
第15图



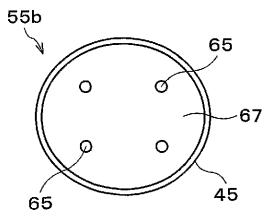
【图 16】  
第16图



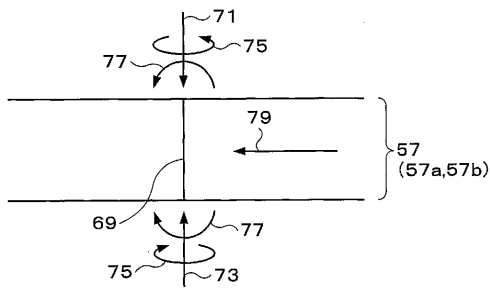
【图 17】  
第17图



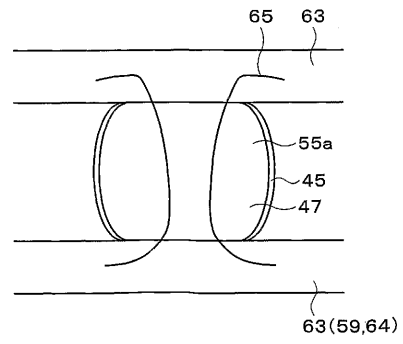
【图 20】  
第20图



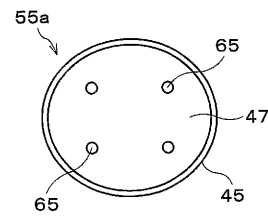
【图 21】  
第21图



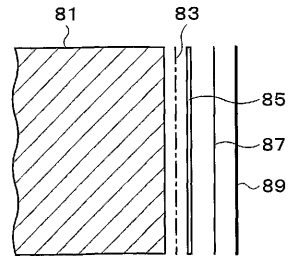
【图 18】  
第18图



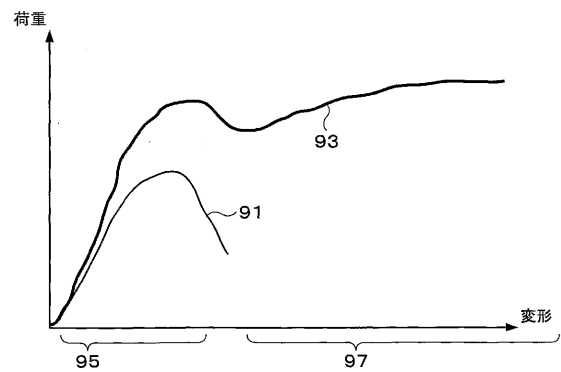
【图 19】  
第19图



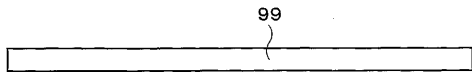
【图 22】  
第22图



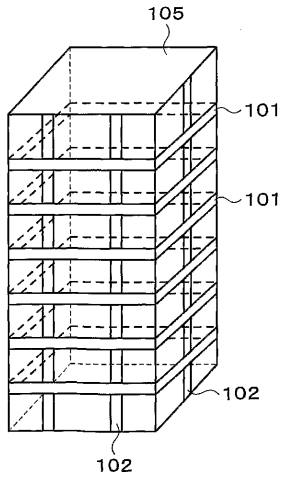
【图 23】  
第23图



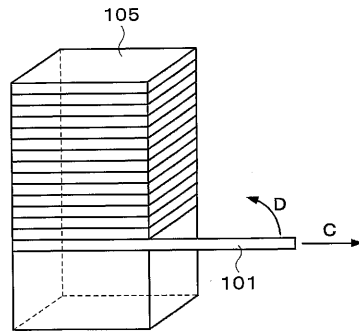
【 図 2 4 】  
第24図



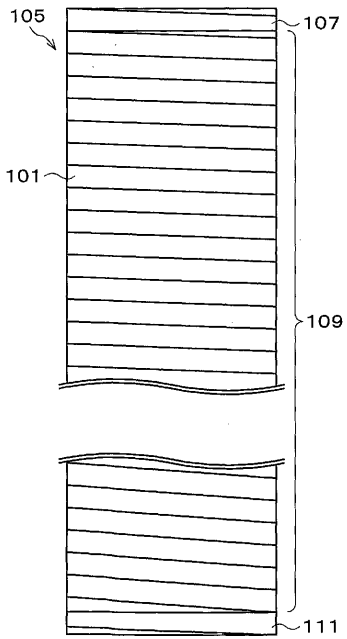
【 図 2 5 】  
第25図



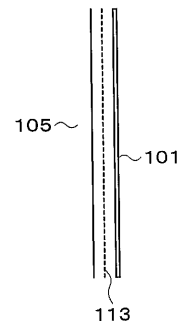
【 図 2 6 】  
第26図



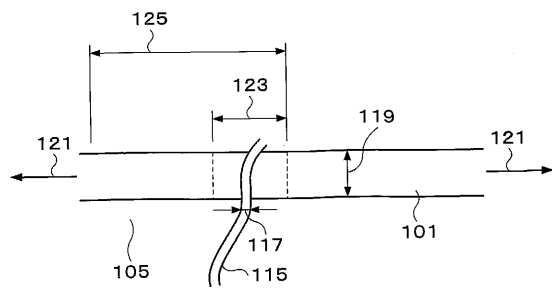
【 図 2 7 】  
第27図



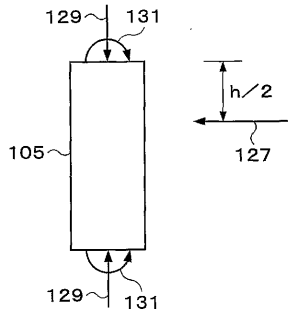
【 図 2 8 】  
第28図



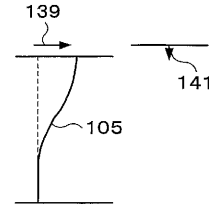
【 図 2 9 】  
第29図



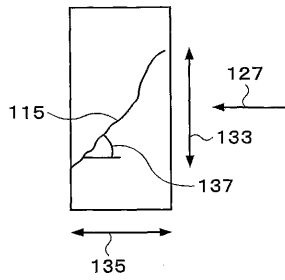
【图 3 0】  
第30图



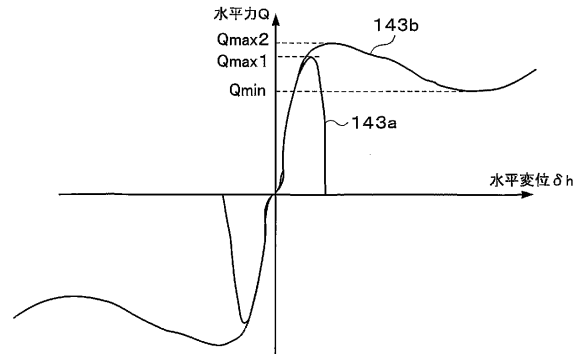
【图 3 2】  
第32图



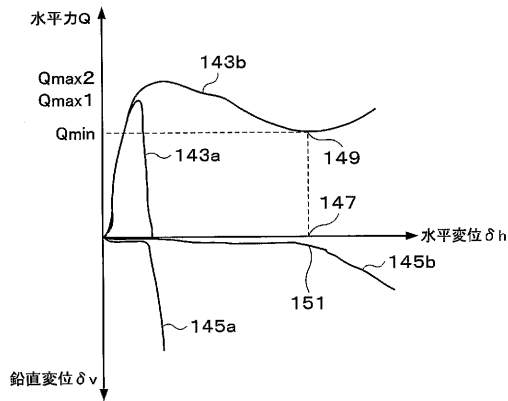
【图 3 1】  
第31图



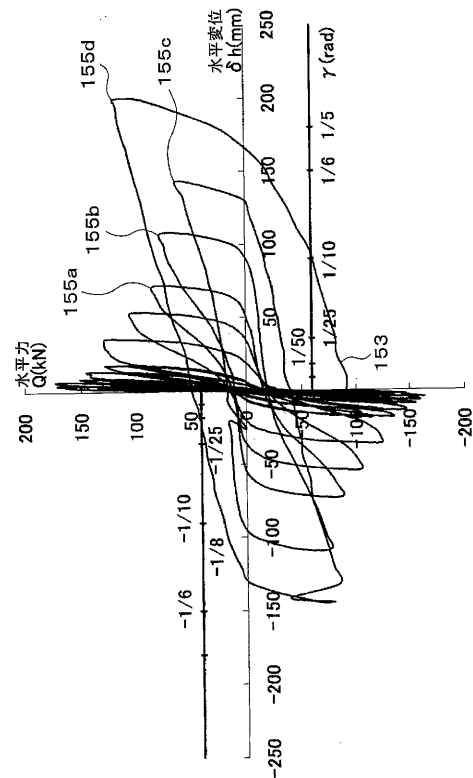
【图 3 3】  
第33图



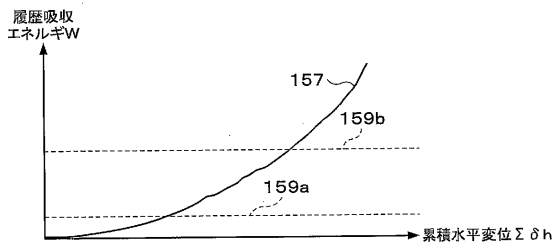
【图 3 4】  
第34图



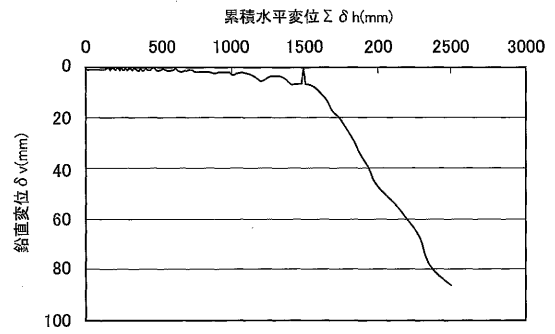
【图 3 5】  
第35图



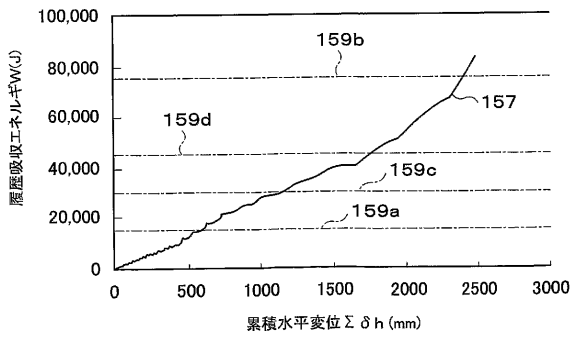
【 図 3 6 】  
第36図



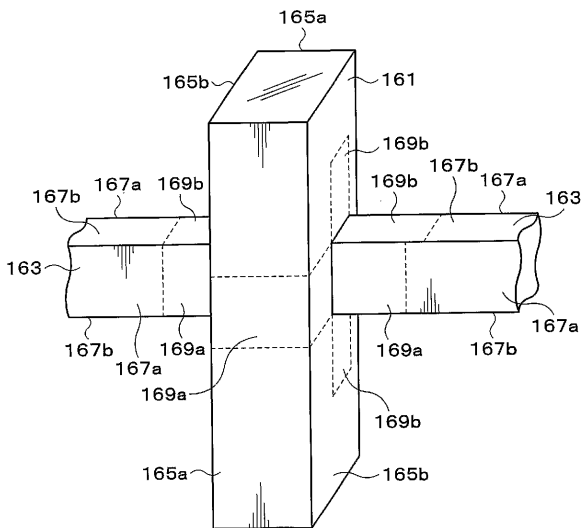
【 図 3 8 】  
第38図



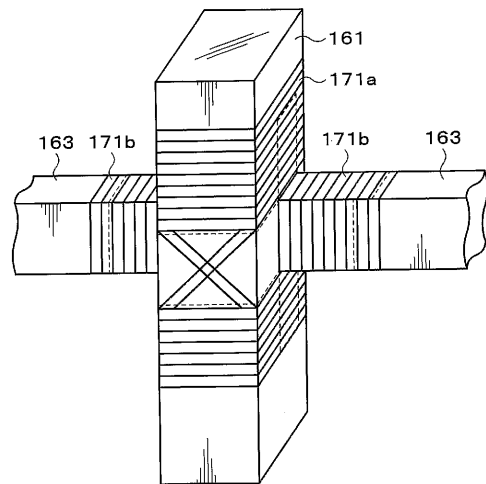
【 図 3 7 】  
第37図



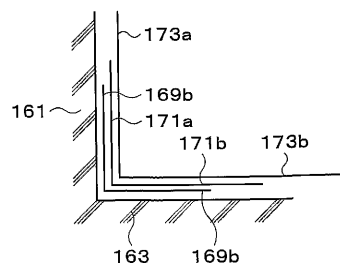
【 図 3 9 】  
第39図



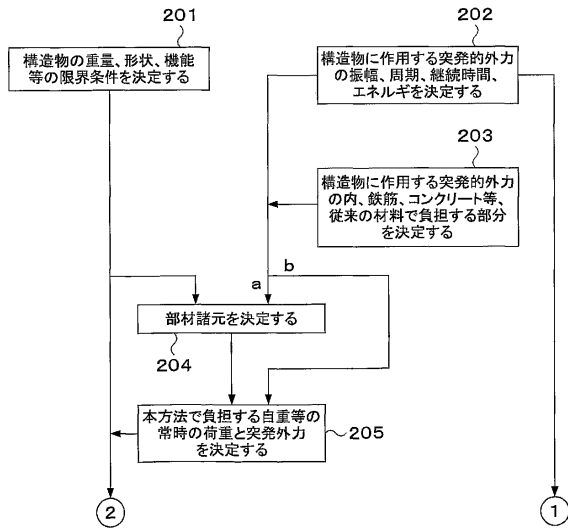
【 図 4 0 】  
第40図



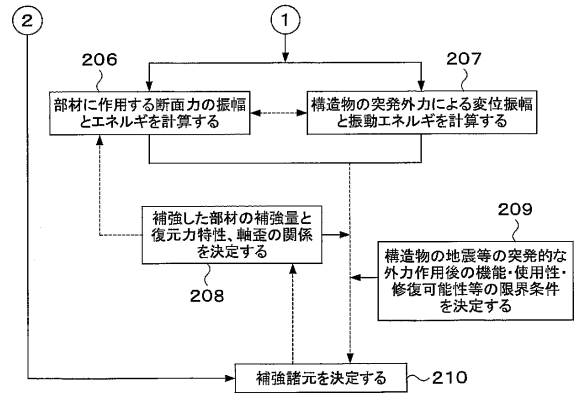
【 図 4 1 】  
第41図



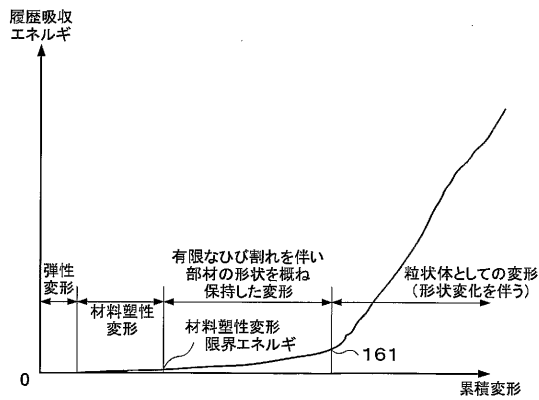
【 図 4 2 】  
第42図



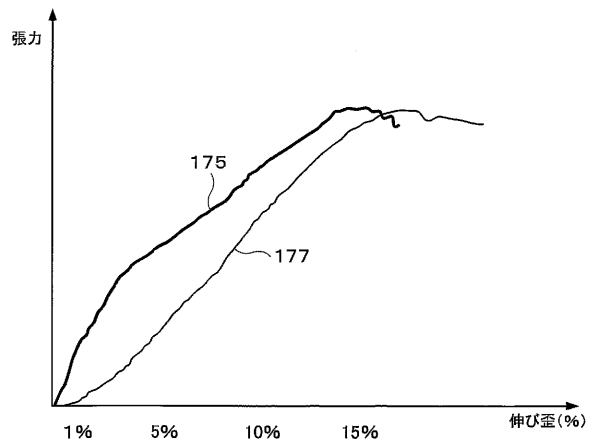
【 図 4 3 】  
第43図



【 図 4 4 】  
第44図



【 図 4 5 】  
第45図



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP01/08287
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. <sup>7</sup> E04G 23/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. <sup>7</sup> E04G 23/02		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-203218 A (KAJIMA CORPORATION) 05 August, 1997 (05.08.97), Full text (Family: none)	1-10
X	JP 2000-257274 A (SHIMIZU CORPORATION), 19 September, 2000 (19.09.2000), Full text (Family: none)	11-18
X	JP 60-102457 A (Kaaruman Sarai et al.), 06 June, 1985 (06.06.1985), Full text & EP 138165 A & HU 186805 B	19-31
X	JP 2000-45540 A (TAISBI CORPORATION), 15 February, 2000 (15.02.2000), Full text (Family: none)	32-39
X	JP 49-58626 A (KAJIMA CORPORATION), 06 June, 1974 (06.06.1974), Full text & US 4071996 A	40-45
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 December, 2001 (18.12.01)		Date of mailing of the international search report 15 January, 2002 (15.01.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP01/08287

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-508392 A (Hexcel-Fyfe L.L.C. et al.), 04 July, 2000 (04.07.2000), Full text & US 5657595 A & EP 835355 A	46-51
X	US 5649398 A (Hexcel-Fyfe L.L.C.), 22 July, 1997 (22.07.1997), Full text & CA 2192567 A & AU 2659495 A	52-53



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/08287

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-18 relate to a technique for reinforcing a structure by passing a reinforcing member through a space extending through a member of the structure.  
 Claims 19-31 relate to a technique for filling particles inside a reinforcing member cylindrically formed outside a member, thereby absorbing energy imposed on a structure.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**  The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/08287

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet (1)

Claims 32-39 relate to a technique for multiple-wise installing a plurality of reinforcing members on the outer peripheral surface of a member.

Claims 40-45 relate to a technique for suppressing an increase in a crack width by means of a band-like reinforcing member.

Claims 46-51 relate to a technique for providing a reinforcing member in the joined portions of a plurality of members.

Claims 52-53 relate to a technique for impregnating a fiber type material having impregnability with a resin so as to provide a reinforcing member.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO1/08287
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>7</sup> E04G 23/02		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>7</sup> E04G 23/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-203218 A (鹿島建設株式会社) 05. 8月. 1997 (05. 08. 97), 全文 (ファミリーなし)	1-10
X	JP 2000-257274 A (清水建設株式会社) 19. 9月. 200 0 (19. 09. 00), 全文 (ファミリーなし)	11-18
X	JP 60-102457 A (カールマーン サライ他4名) 06. 6月. 1985 (06. 06. 85), 全文 & EP 138165 A & H U 186805 B	19-31
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリ 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18. 12. 01	国際調査報告の発送日 15.01.02	
国際調査機関の名称及びびて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 古屋野 浩志	2R 9419 電話番号 03-3581-1101 内線 3247

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO1/08287
C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-45540 A (大成建設株式会社) 15. 2月. 2000 (15. 02. 00), 全文 (ファミリーなし)	32-39
X	JP 49-58626 A (鹿島建設株式会社) 06. 6月. 1974 (0 6. 06. 74), 全文 & US 4071996 A	40-45
X	JP 2000-508392 A (ファイフェ カンパニー エル. エル. シー. 他1名) 04. 7月. 2000 (04. 07. 00), 全文 & U S 5657595 A & EP 835355 A	46-51
X	US 5649398 A (Hexcel-Fyfe L. L. C.) 22. 7月. 1997 (22. 07. 97), 全文 & CA 2192567 A & AU 2659495 A	52-53

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP01/08287

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

- 1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
- 2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
- 3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

- ・請求項1-18は、構造物の部材に設けられた貫通する空間に補強材を通して構造物の補強を行う技術に関するものである。
- ・請求項19-31は、部材の外側に筒状に形成した補強材の内側に粒状体を充填することによって構造物にかかるエネルギーを吸収する技術に関するものである。
- ・請求項32-39は、部材の外周面に複数の補強材を多重に設置する技術に関するものである。
- ・請求項40-45は、帯状の補強材によってひび割れ幅の増大を抑制する技術に関するものである。

- 1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
- 2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
- 3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
- 4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP01/08287

## 第2頁第II欄の続き

- ・請求項46-51は、複数の部材の接合部に補強材を設ける技術に関するものである。
- ・請求項52-53は、被含浸性を有する繊維系材料に樹脂を含浸させて補強材に供する技術に関するものである。

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。