

# 論文 木毛セメント板埋設型枠を有するコンクリートの挙動に関する研究

武田 浩二<sup>\*1</sup>・佐藤 あゆみ<sup>\*2</sup>・村上 聖<sup>\*3</sup>

**要旨：**本研究では、木毛セメント板埋設型枠を有するコンクリートの挙動について、部分圧縮試験及び鉄筋コンクリート梁曲げ載荷試験による検討を行なった。その結果、中質木毛セメント板の付着性能が高いこと、コンクリートの変形に対する木毛セメント板の変形追従性能は良好であることが分かり、木毛セメント板のコンクリート埋設型枠としての実用可能性が示された。

**キーワード：**木毛セメント板, 埋設型枠, 付着

## 1. はじめに

木毛セメント板は断熱性、吸音性に優れた建材であり、様々な活用に期待されている。また、コンクリート工事における埋設型枠工法は、型枠のせき板を脱型せず存置して埋設型枠（打込み型枠、残存型枠、永久型枠なども称す）として使用する工法で、施工の省力化が図れる。この工法のせき板材料として木毛セメント板を使用することにより、鉄筋コンクリート建築物の壁などの断熱、吸音性能の向上や、コンクリート製の土木構造物の植栽基盤としての活用など、種々の付加価値のあるコンクリート部材への適用にも期待できる。その場合、木毛セメント板とコンクリートの接着力<sup>1)</sup>、付着性能及びコンクリートの変形に対する追従性能、木毛セメント板の長期性状及び周辺環境への影響など、種々の検討が必要となるが、本研究では、このうち各種木毛セメント板を埋設型枠として使用した際のコンクリートとの付着性能について部分圧縮試験による検討を行ない、その検討結果を踏まえて木毛セメント板を埋設型枠として使用した鉄筋コンクリート梁部材が曲げ変形を受ける際の挙動について実験的に検討した。

## 2. 部分圧縮試験による検討

### 2.1 実験方法

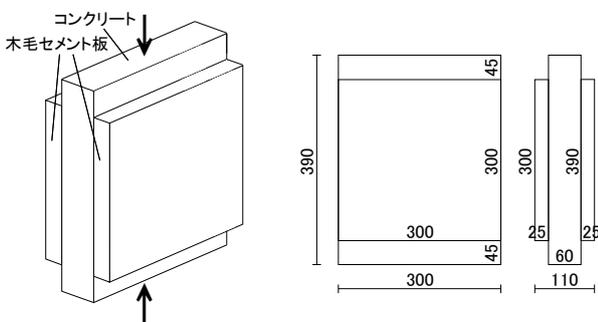


図-1 試験体形状・寸法（部分圧縮試験）

表-1 使用材料（部分圧縮試験）

[木毛セメント板]			[コンクリート]
種類	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )	普通ポルトランドセメント, 高性能 AE 減水剤使用
硬質	1.27	3.81	水セメント比: 65 %
中質	0.98	3.39	単位水量: 185 kg/m <sup>3</sup>
普通	0.58	2.22	部分圧縮試験時の 圧縮強度: 19.5 N/mm <sup>2</sup>
			標準養生材齢 28 日の 圧縮強度: 21.6 N/mm <sup>2</sup>

実験に使用した材料を表-1 に示す。木毛セメント板は硬質、中質、普通の3種類で、厚さ25mmのものを使用した。

付着性能を評価するため、木毛セメント板とコンクリートを一体化させた試験体を作製し、部分圧縮試験<sup>2),3)</sup>を実施した。試験体の形状及び寸法を図-1 に示す。図のように、版状のコンクリートの両側面に木毛セメント板が配置された形状となるように、型枠として木毛セメント板を使用し、2枚の木毛セメント板の間にコンクリートを打設して一体化させ、木毛セメント板を脱型せず存置した状態の試験体とした。コンクリートのみに圧縮荷重がかかるように、木毛セメント板の上下の部分切り欠いた形状とした。木毛セメント板の種類ごとに2体

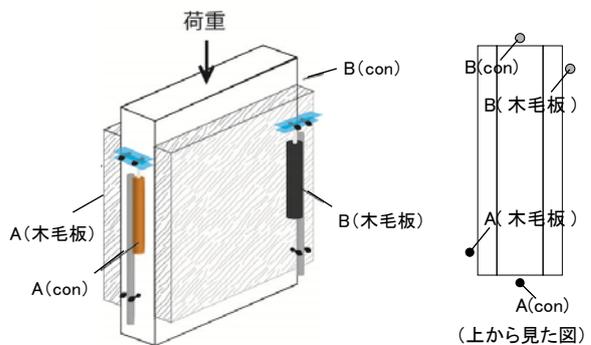


図-2 部分圧縮試験方法

\*1 熊本大学大学院 先端科学研究部准教授 工博（正会員）  
 \*2 熊本大学大学院 先端科学研究部助教 工博（正会員）  
 \*3 熊本大学大学院 先端科学研究部教授 工博（正会員）

ずつ (No.1, No.2), 計 6 体の試験体を作製して部分圧縮試験に供した。

部分圧縮試験方法及び変位計取り付け位置を図-2 に示す。コンクリートのみに圧縮荷重をかけて圧縮変形を生じさせ、両側面に付着している木毛セメント板がコンクリートの圧縮変形にどのように追従して変形するかを測定し、付着の維持→剥離の発生→最終破壊状況などについて観察し、木毛セメント板の種類の違いによる付着性能について検討した。測定ではコンクリートとその近傍の木毛セメント板に図に示すように 2 組 (A, B) の変位計を標点距離 250mm で取り付け、荷重の増加に伴う両者のひずみを計測した。

## 2.2 実験結果及び考察

実験によって得られた木毛セメント板とコンクリートの荷重-ひずみ関係を図-3 に示し、破壊性状及び破壊状況の例として、硬質 No.2 の B, 中質 No.1 の B 及び普通 No.2 の B について図-4 にそれぞれ示す。木毛セメント板には品質のばらつきがあり、硬質、中質、普通ごとの明確な差異をとらえることが困難であるが、本実験の結果から以下のような考察を試みた。

図-3 の硬質 No.2 の B のグラフより、載荷開始後コンクリートのひずみは増加するが木毛セメント板のひずみ

はほとんど増加していないことから、早い段階で木毛セメント板が剥離し、コンクリートのひずみに追従していないことが分かる。硬質 No.1 は挙動が異なっているが、硬質木毛セメント板は剥離のリスクがあるといえる。中質 No.1 の B のグラフより、載荷開始後は木毛セメント板のひずみは増加していないが、途中からひずみの増大が見られ、付着を維持した状態で、コンクリートのひずみに遅れて追従していることが分かる。中質 No.2 も同様の挙動が見られ、硬質に比べ剥離のリスクは低いといえる。普通 No.2 の B のグラフより、載荷開始後から木毛セメント板はコンクリートのひずみによく追従し、途中から追従が遅れることが分かる。普通 No.1 は挙動が異なっているが、剥離のリスクは低いといえる。

図-4 の硬質 No.2 の B の破壊性状、破壊状況より、木毛セメント板は損傷を受けず剥離している様子が分かり、グラフで示される挙動と一致する。中質 No.1 の B 及び普通 No.2 の B の破壊性状、破壊状況より、木毛セメント板は剥離しておらず、グラフで示される挙動と一致する。

以上のことより、硬質木毛セメント板は、高密度・高強度・硬質であるがコンクリートの変形に追従しにくく、付着性能が比較的低く剥離のリスクがあることが分かった

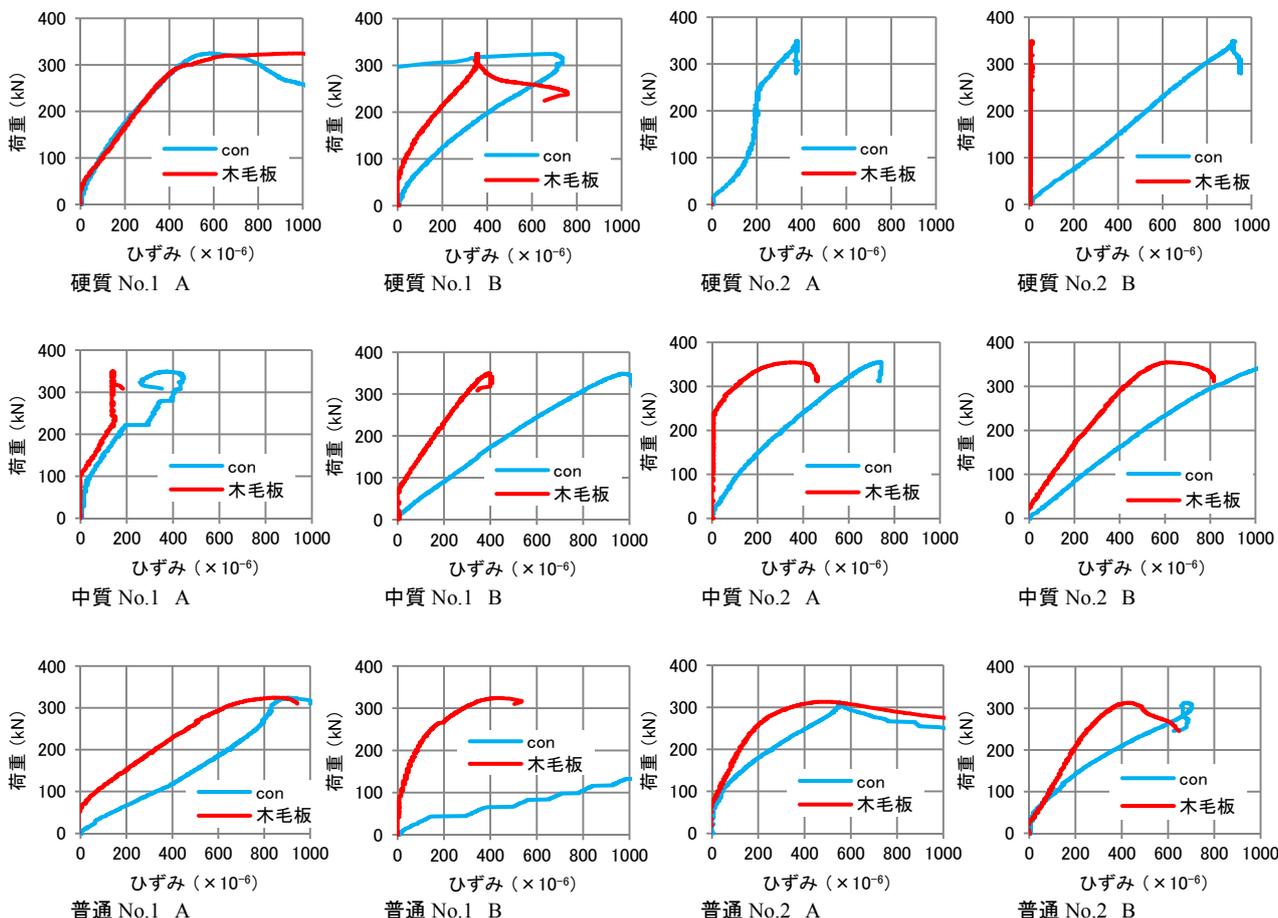


図-3 荷重-ひずみ関係(部分圧縮試験)

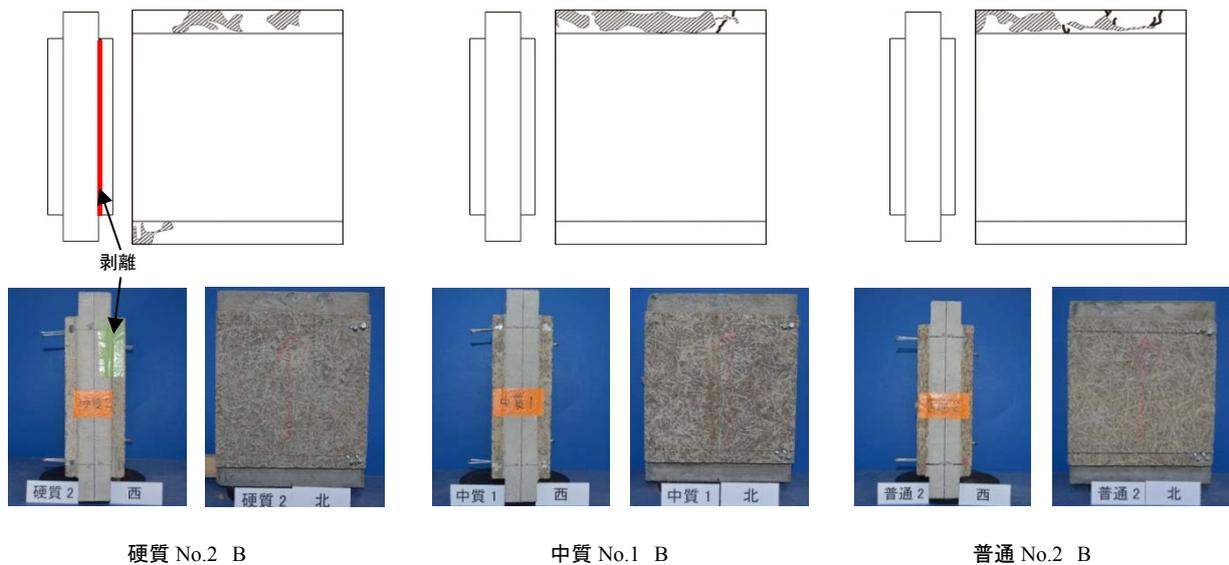


図-4 試験体破壊性状・破壊状況（部分圧縮試験）

た。中質木毛セメント板、普通木毛セメント板は硬質に比べ機械的性質は低いが付着性能は高いことが分かった。埋設型枠として脱型せず存置させて使用する際には木毛セメント板の種類の選定に留意する必要があるといえる。

### 3. 鉄筋コンクリート梁の曲げ試験による検討

#### 3.1 実験方法

部分圧縮試験の検討結果を踏まえ、実構造物に近いシミュレーションが可能な鉄筋コンクリート部材を使用し、木毛セメント板を埋設型枠として使用した部材が曲げ変形を受ける場合の挙動について検討した。実大の3分の1程度の中型の鉄筋コンクリート梁の両側面の型枠のせき板として木毛セメント板を使用し、脱型せず存置した状態の試験体に鉛直荷重をかけ、部材の曲げ変形（たわみ）に対し木毛セメント板が付着をどの程度維持できるか、剥離せずコンクリートの変形にどの程度の追随性能を有するかについて検討した。

使用材料を表-2に示す。木毛セメント板は1種類とし、部分圧縮試験において付着性能が高かった厚さ15mmの中質木毛セメント板を使用した。通常の平滑な木毛セメント板に加え、コンクリートとの付着性能の向上を目的とした「裏あし」を有する木毛セメント板もを使用した。この裏あしは、木毛セメント板に複数の溝を加工して製造し、コンクリートとの付着面における機械的な接着力向上を意図したものである。裏あしを有する木毛セメント板を写真-1に示す。

試験体の形状・寸法・配筋、荷重方法、ひずみゲージ貼付位置を図-5に示す。試験体はNo.1～3の3体とし、No.1は木毛セメント板を埋設型枠として使用せず一般的な工法により型枠を脱型した通常の鉄筋コンクリート梁

試験体、No.2は裏あしのない木毛セメント板を埋設型枠として使用した試験体、No.3は裏あしを有する木毛セメント板を埋設型枠として使用した試験体とした。各試験体に18枚ずつのひずみゲージを貼付し、荷重に伴う試験体表面のひずみを計測した。上面であるコンクリートのひずみと両側面の木毛セメント板のひずみの進展状況の追跡により、木毛セメント板の付着状況や剥離の可能性

表-2 使用材料（鉄筋コンクリート梁曲げ試験）

<p>[木毛セメント板]</p> <p>中質木毛セメント板 密度：0.86 g/cm<sup>3</sup> 曲げ強度：3.78 N/mm<sup>2</sup></p> <p>[主筋]</p> <p>SD295A, D10</p> <p>[あばら筋]</p> <p>みがき棒鋼, φ5</p>	<p>[コンクリート]</p> <p>普通ポルトランドセメント, 高性能 AE 減水剤使用 水セメント比：65 % 単位水量：185 kg/m<sup>3</sup></p> <p>梁の曲げ試験時の 圧縮強度：21.6 N/mm<sup>2</sup> 標準養生材齢 28 日の 圧縮強度：20.0 N/mm<sup>2</sup></p>
---	--



写真-1 裏あしを有する木毛セメント板

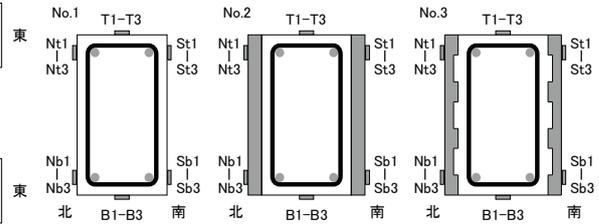
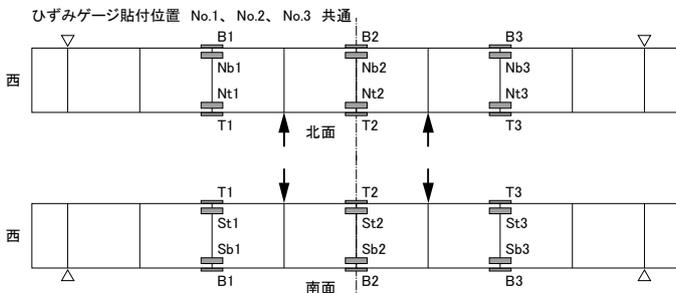
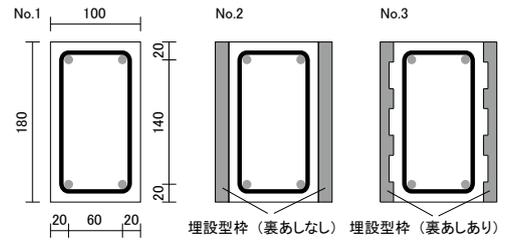
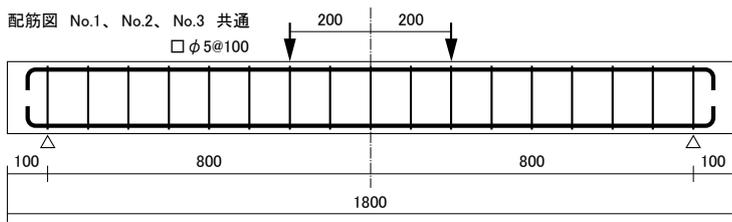


図-5 試験体形状・寸法, 配筋, 荷重方法 (梁曲げ試験)

について確認した。支点間距離 1600mm, 荷重点間距離 400mm の鉛直下向きの 2 点による一方向単純曲げ荷重とし, 荷重及びスパン中央変位の測定も行った。

### 3.2 実験結果及び考察

試験体 No.1~No.3 の荷重-スパン中央変位関係を図-6 に示す。図より, 3 体ともグラフの形状が同様であり, 主筋降伏までのグラフの勾配が一致すること, 主筋降伏後のグラフの進展状況も一致していることなどから, 木毛セメント板の有無による部材の力学的特性の差異はな

いと見える。

試験体 No.1 のひび割れ状況を図-7 に示す。試験体 No.2 及び No.3 は木毛セメント板埋設型枠が両側面にあるため側面のコンクリートの状況は確認できないが, 荷重-スパン中央変位関係に差異がないことから, No.1 と同様のひび割れが発生していると考えられる。荷重時の木毛セメント板とコンクリートの境界面の状況を写真-2 に示す。試験体底面のコンクリートひび割れよりその位置の側面のコンクリートにひび割れが発生していると

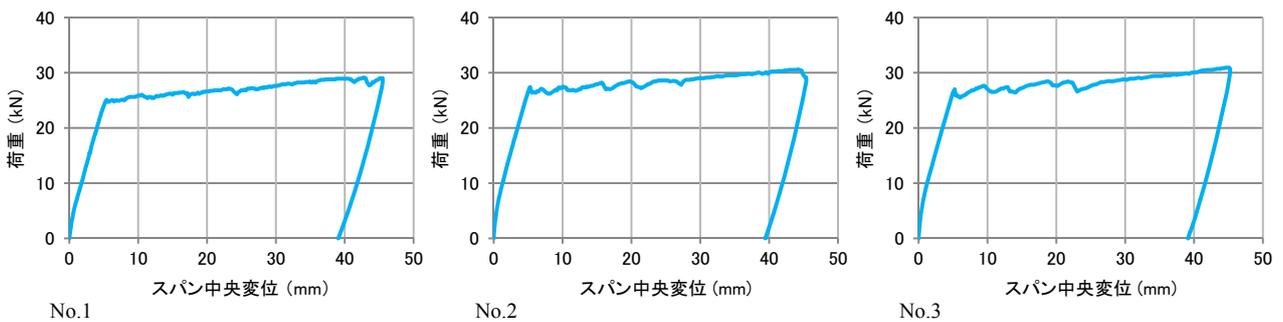


図-6 荷重-スパン中央変位関係 (梁曲げ試験)

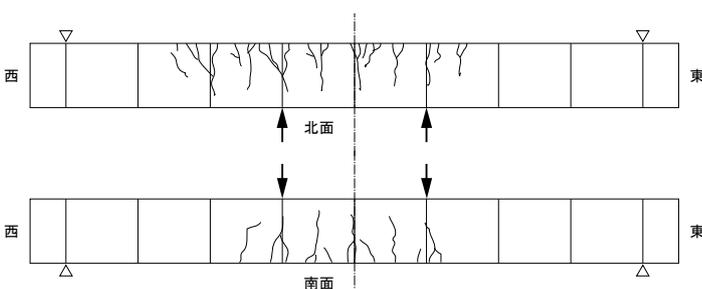


図-7 試験体 No.1 ひび割れ状況 (梁曲げ試験)

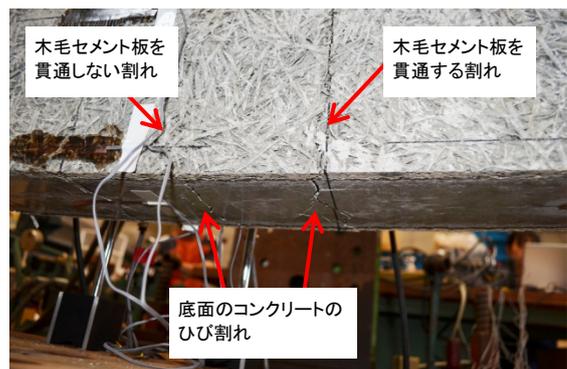


写真-2 木毛セメント板とコンクリートの境界面

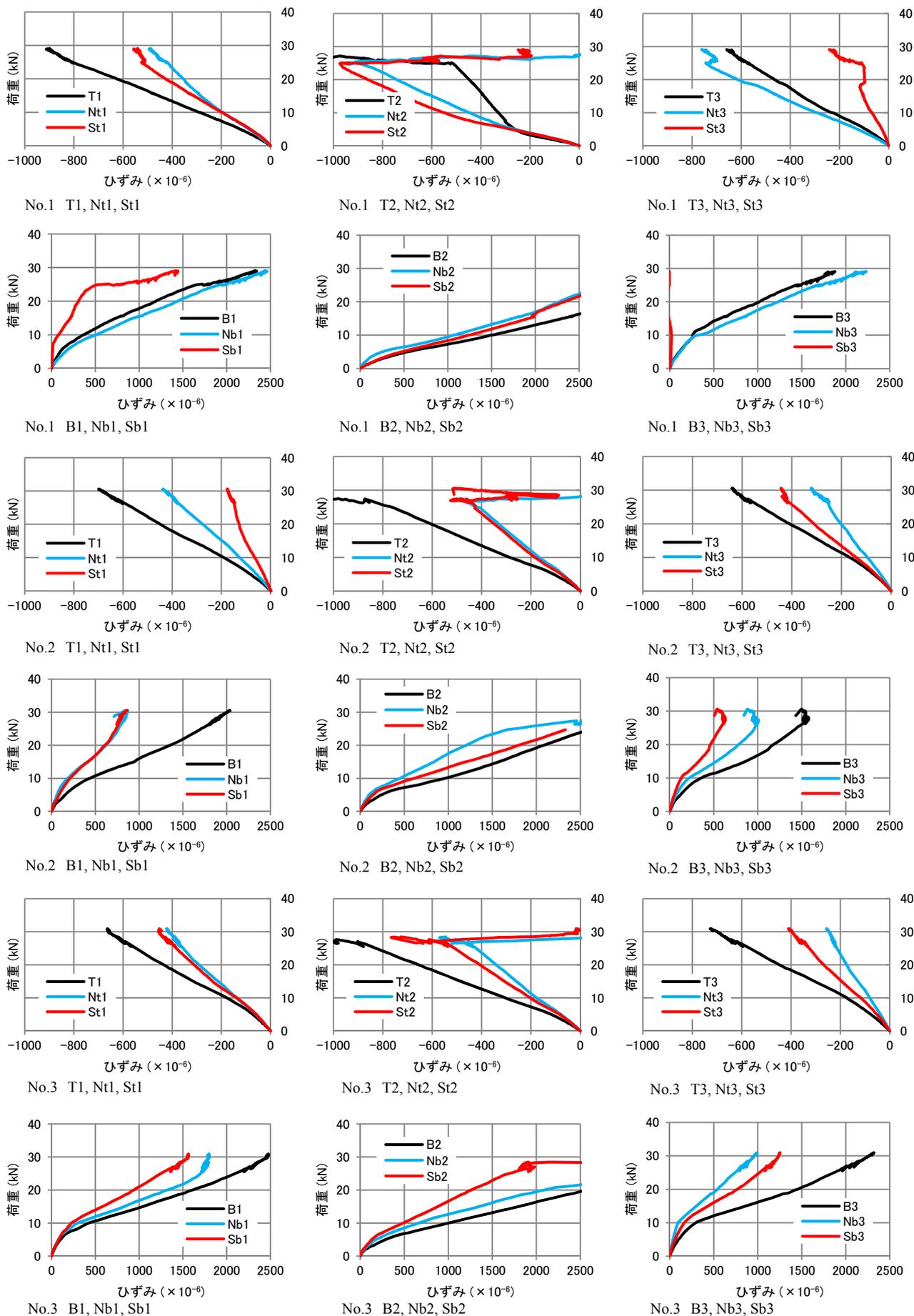


図-8 荷重-ひずみ関係(梁曲げ試験)

考えられるが、ひび割れ発生箇所において、コンクリートとの界面の木毛セメント板は追隨して割れが発生し、ひび割れ幅の大きな箇所では板の両面を貫通する割れとなっていて、ひび割れ幅の小さな箇所では割れが板の断面内で止まり、貫通しない割れとなっている状況が観察された。また、木毛セメント板とコンクリートの境界面の目視による観察の結果、剥離はほとんど見られず、付着が維持されていた。これらのことより、木毛セメント板はコンクリートへの付着を保ったまま変形に追隨し、コンクリートのひび割れ幅が小さい場合には埋設型枠表面が健全な状態を保持できるという良好な性状を示しているといえる。

各試験体の荷重-ひずみ関係を図-8に示す。試験体 No.1 の T1, Nt1, St1 のグラフのように、荷重の増大とともに上面のひずみ T1 が増大し、側面のひずみ Nt1, St1 がそれに比べて少し小さい水準で増大すると考えられ、試験体 No.2, No.3 でも同様の関係であるならば、木毛セメント板が剥離せずコンクリートのひずみの増大に追隨していると判断でき、このことは他の位置の荷重-ひずみ関係においても同様と考えられる。試験体 No.2 及び No.3 の各グラフを見てみると、若干の値の変動やばらつきがみられるものの、おおむね試験体 No.1 と同等の関係が得られており、このことより、今回の実験結果からは、荷重が増大しても木毛セメント板とコンクリートの付着が維持され、コンクリートの変形に対する木毛セメント板の変形追隨性能が良好であることが分かった。

また、No.2 と No.3 は木毛セメント板の「裏あし」の有無の違いがあるが、今回の試験で得られたデータからは、裏あしの有無による付着性状、変形追隨性能についての差異は確認できなかった。裏あしの効果の程度については今後のさらなる検討が必要であるといえる。

#### 4. まとめ

木毛セメント板埋設型枠を有するコンクリートの挙動

に関し、部分圧縮試験及び鉄筋コンクリート梁曲げ載荷試験による検討の結果、以下の知見が得られた。

○今回の実験では、中質、普通木毛セメント板の付着性能が比較的高いことが分かった。

○今回の実験では、コンクリートの変形に対する木毛セメント板の変形追隨性能は良好であることが分かった。

○今回の実験では、木毛セメント板の「裏あし」の有無による変形追隨性能の差異は確認できなかった。

以上のことより、木毛セメント板のコンクリート埋設型枠としての実用可能性が示された。今後も更なる検討を進め、実用化に向けた取り組みを実施していく。

#### 謝辞

本研究は福島県原子力被災事業者事業再開等支援補助金（平成 28 年度/第 2 次）により行ないました。日化ボード（株）には材料を提供いただき、実験実施では熊本大学の戸田善統氏、瀧崎ありさ氏ならびに同建築材料研究室の皆様が協力頂きました。ここに記して深謝します。

#### 参考文献

- 1) 武田浩二，村上聖，山村謙介，池崎智美：木毛セメント板・溶接スラグ骨材コンクリート複合パネルの基本性状，第 68 回セメント技術大会講演要旨，pp.232-233，2014.5
- 2) 村上聖，平居孝之，岸谷孝一，前田孝一，三井宜之，武田浩二：GRC 打込み型枠による鉄筋コンクリートはりの構造特性に関する実験的研究—その 2 負荷の下での GRC 打込み型枠の付着剥離性状—，日本建築学会構造系論文集，第 494 号，pp.29-36，1997.4
- 3) 佐脇開，佐藤あゆみ，村上聖，武田浩二，山口信：部分圧縮試験を用いた UHPFRC 埋設型枠の付着剥離性状の評価，2014 年度日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿），材料施工，pp.635-636，2014.9