

支持条件とハンチの影響に着目した RC 梁のせん断破壊解析

東京大学大学院

正会員 ○半井健一郎

東京大学大学院

三輪 康宏

(株) コムスエンジニアリング 正会員

土屋 智史

東京大学大学院

前川 宏一

1. はじめに

筆者らは、ボックスカルバート等の隅角部まわりの設計合理化についての研究に取り組んでいる。隅角部の面内方向の耐力と変形については、通常棒部材の評価手法を転用することとなるが、この場合外荷重に対する支持条件や耐荷機構を適切に考慮する必要がある。せん断耐力の評価にあたっては、特に a/d が小さい範囲において、支持条件やハンチ等の影響を強く受けることが予想される。本稿では、境界条件や形状の影響を直接評価可能な非線形有限要素解析手法を活用した合理的な設計法の確立を見据え、支持条件の違いとハンチ部の影響に個別に着目して、接合部材のせん断性状について数値解析的に検討を加えることとする。ここでは、影響因子を明確にするために、せん断補強筋を有しない部材を対象とした。解析手法には、任意の形状に対応でき、かつ通常の梁柱のせん断挙動に対して実績のある 3 次元非線形有限要素解析プログラム COM3 および 2 次元解析プログラム WCOMD¹⁾を用いる。

2. 支持条件がディープビームの耐荷機構に与える影響

隅角部の耐荷機構は荷重の載荷方向によって変化すると考えられ、同じ小さな a/d であっても単純梁のようにディープビーム特有の耐荷機構が形成されるとは限らない。そこで、 $a/d=1.0$ のディープビームについて、図 1 に示す通常の直接載荷 N100 と横梁を介した間接載荷 W121 による比較実験を行ったところ、間接載荷の最大耐力は、直接載荷の 6 割程度まで低下することが明らかになった²⁾ (図 2)。タイドアーチ形成の可否によって、耐荷機構および最大耐力が変化することを改めて確認したものである。立体的な支持条件を直接考慮した 3 次元解析¹⁾を適用したところ、実験挙動を概ね評価することができている²⁾。

3. ハンチおよびハンチ筋の影響

隅角部におけるハンチおよびハンチ筋のせん断耐力への寄与を評価する方法は、性能照査の課題のひとつである。特に、耐震基準の改訂に伴い、柱梁部材に対する要求性能が高まったために隅角部周辺の配筋量が増大していることから、ハンチおよびハンチ筋の適切な評価は、合理的な設計・施工に意義がある。ここでは既往の載荷実験³⁾を対象として、2 次元解析による検討を行う。基本構成則は 2. で適用した 3 次元解析と同一であるが、圧縮応力下のコンクリートの拘束効果はここでは考慮していない。

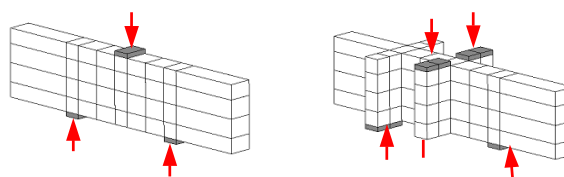


図 1 供試体概要図（直接載荷 N100、間接載荷 W121）²⁾

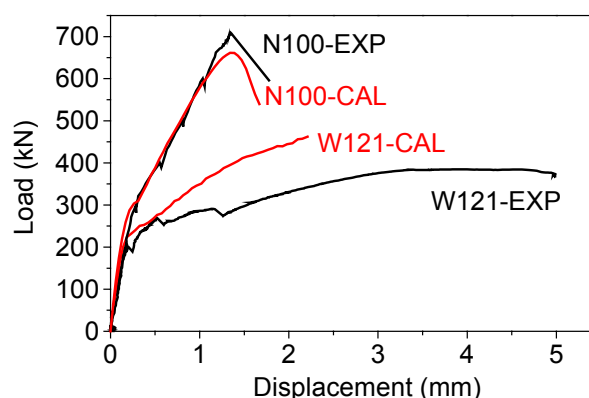


図 2 荷重変位関係（実験および解析結果）²⁾

キーワード せん断、隅角部、ハンチ、非線形解析

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学系研究科社会基盤工学専攻 TEL03-5841-6146

モデル化に際しては、斜めに配筋されるハンチ筋は、要素を奥行き方向に重ね合わせることでより表現した¹⁾。

なお、コンクリートの引張強度は、実試験体中の強度が不明であったため、コンクリート標準示方書に基づく圧縮強度からの換算式によって求めた強度を、さらに乾燥収縮等の影響を考慮し2割低減した値を仮定した¹⁾。

文献3)から選択した6対の供試体概要および実験と解析の最大耐力を表1に示す。ハンチがない9301供試体では、最大耐力・損傷状態共に解析結果は実験結果と良好に一致した。これは、既往の研究において得られた傾向と同様である。一方、圧縮側および引張側にハンチがある場合には、それぞれのハンチの形状・ハンチ筋の配筋に対して、ひび割れ損傷状況が実験結果と一致しており、せん断耐荷性状を再現できているものと考えられる(図3~5)。ただし、最大耐力については、若干解析値が実験値を下回る結果となった。これについては、実構造物におけるコンクリートの引張強度を仮定していることも原因の1つと考えられる。なお、解析においては、せん断引張破壊モードが卓越しており、強度をパラメータとした感度解析を実施してみても、今回の対象供試体は圧縮強度よりも引張強度に敏感に最大耐力が変化することを確認している。

4. まとめ

支持条件やハンチの影響によって大きく変化するRC梁のせん断破壊挙動を対象として、非線形有限要素解析を適用し、耐荷性状を確認するとともに、あわせて解析手法の検証を行った。本件等結果を踏まえ、解析手法の適用性について再確認を行うとともに、隅角部の設計合理化に向けた検討を継続する予定である。

参考文献

- 1) K. Maekawa, et al. : Nonlinear mechanics of reinforced concrete, Spon press, 2003
- 2) 半井健一郎ほか：立体支持条件を考慮したディープビームの3次元非線形解析と検証、コンクリート工学年次講演論文集、2003（投稿中）
- 3) 齋藤啓一ほか：有効高さが変化するRC棒部材のせん断耐力評価に関する実験的研究、土木学会論文集、No.725/V-58、pp.71-83、2003.2

表1 供試体一覧と最大耐力³⁾

NAME	ハンチ	ハンチ筋
9301	なし	なし
9315	圧縮側	なし
9419	圧縮側	なし
9311	引張側	なし
9322	引張側	あり
9420	引張側	あり

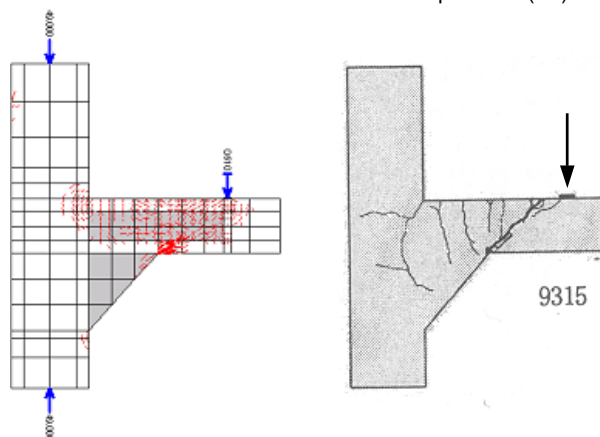
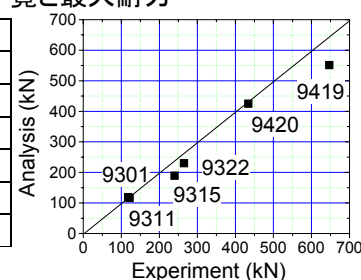


図3 ひび割れ図 9315（解析および実験結果³⁾）

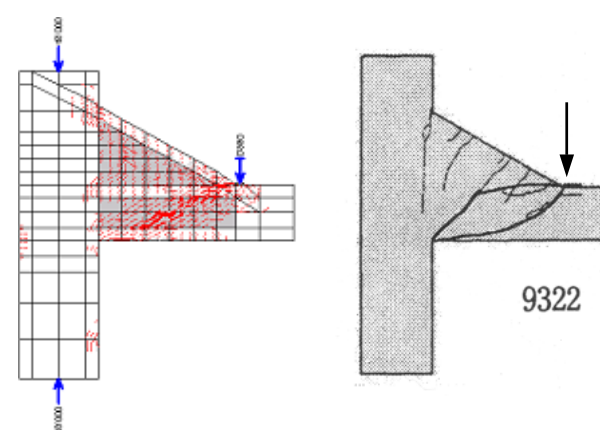


図4 ひび割れ図 9322（解析および実験結果³⁾）

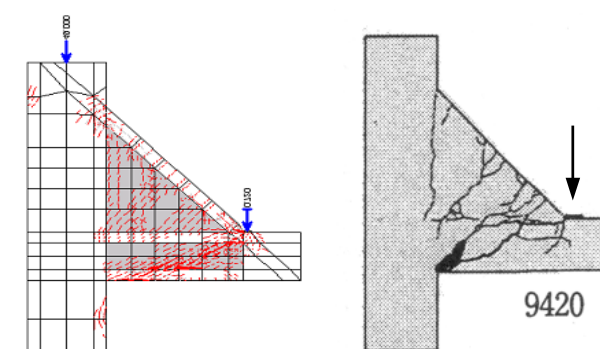


図5 ひび割れ図 9420（解析および実験結果³⁾）