

ダックスビーム工法(超高強度低桁高 PC 橋)の開発

技術本部	土木技術第一部	桜田道博
技術本部	土木技術第一部	雨宮美子
東北支店	土木工事統括部技術部	渡辺浩良
技術本部	土木技術第一部	森 拓也

1. はじめに

近年、河川改修や都市再開発事業に伴い、建築限界の制限が厳しい箇所に橋梁を計画しなければならない事例が増えており、低桁高橋梁のニーズが増えている。桁高と支間との比が 1/30 以下の低桁高 PC 橋では、図-1 に示すとおり、作用荷重により発生する桁の上・下縁の応力度が、通常の桁高の PC 橋に比べ大きくなるため、大きなプレストレスを導入する必要があり、プレストレス導入時の桁下縁や設計荷重時の桁上縁の圧縮応力度が許容値を上回る事となる。そこで、超高強度繊維補強モルタル(設計基準強度 120MPa)を低桁高 PC 橋へ適用し、材料自体で大きなプレストレスに抵抗させる新たな低桁高工法(以降、ダックスビーム工法)を考案した。本工法は、既存の低桁高工法に比べ、主桁本数の減少、施工の省力化および工事費の低減、等が可能となる事が試設計と工事費の試算から明らかになっているが^{1),2),3)}、ダックスビーム工法を実用化するにあたっては、超高強度繊維補強モルタルの材料特性、はり部材としての力学的特性および施工性、等を確認する必要がある。そこで、超高強度繊維補強モルタルの材料試験、超高強度繊維補強モルタルを用いた PC はり部材の曲げ破壊実験、せん断破壊実験および疲労実験を行った。本文では、これらの結果について報告する。

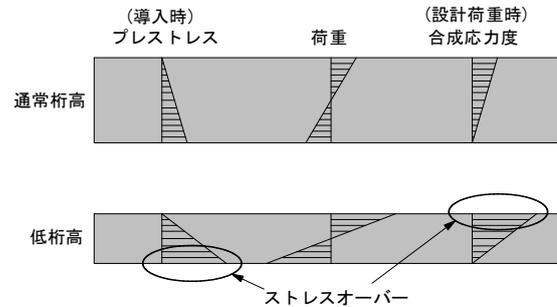


図-1 桁の応力状態

表-1 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
①スランプフロー	JIS A 1150
②凝結	JIS A 1147
③圧縮強度	JIS A 1108
④ヤング係数	JIS A 1149
⑤引張強度	JIS A 1113
⑥曲げ強度	JIS A 1106
⑦中性化	JIS A 1153
⑧凍結融解	JIS A 1148(A 法)
⑨乾燥収縮	JIS A 1129
⑩クリープ	JIS 原案コンクリートの圧縮クリープ試験方法
⑪塩分拡散係数(試験中)	JSCE-G571-2003(電気泳動法) JSCE-G572-2003(浸漬法)

2. 超高強度繊維補強モルタルの材料試験

超高強度繊維補強モルタルの材料特性を確認するため表-1 に示す試験を行った。材料試験状況を写真-1 に示す。

材料試験の結果、超高強度繊維補強モルタルの基本配合を単位水量 210kg/m³、水セメント比 17%に決定した。また、基本配合において、中性化試験、凍結融解試験、クリープ試験および乾燥収縮試験を行った結果、これらに関する性状はすべて、普通コンクリートに比べ優れていることが確認された。



写真-1 材料試験状況(スランプフロー試験)

3. 曲げ破壊実験

超高強度繊維補強モルタルを用いた低桁高 PC はり部材の曲げ特性を確認するため、プレテンション方式およびポストテンション方式で PC はり供試体を製作し、曲げ破壊実験を行った。本実験では、超高強度繊維補強モルタルを使用した PC はり部材の曲げ耐力、ひび割れ耐力、破壊形態、たわみ、および終局ひずみ、等を検討した。曲げ破壊実験状況を写真-1 に示す。

実験の結果、超高強度繊維補強モルタルを使用した低桁高 PC はり部材は、コンクリート標準示方書に準じて算出した所要のひび割れ耐力および曲げ破壊耐力を有しており、曲げモーメントに対する設計は通常の PC 橋と同様の手法で行えることが確認さ



写真-2 曲げ破壊実験状況

れた。また、鋼繊維を混入することで、曲げ破壊耐力の向上および破壊形態の改善、等が可能となることが確認された。

4. せん断破壊実験

超高強度繊維補強モルタルを用いたはり部材のせん断特性を確認するため、RCおよびPCはり供試体を製作し、せん断破壊実験を行った。本実験では、超高強度繊維補強モルタルを使用したはり部材のせん断耐力、破壊に至るまでの過程、破壊形態、および鋼繊維の効果、等を検討した。せん断破壊実験状況を写真-3に示す。

実験の結果、超高強度繊維補強モルタルを使用したはり部材は、コンクリート標準示方書に準じて算出した所要のせん断耐力を有しており、せん断に対する設計に関しても通常のPC橋と同様の手法で行えることが確認された。また、鋼繊維を添加することで、はり部材のせん断耐力は向上することが確認された。

5. 疲労実験

桁高が低い場合は活荷重による変動応力度が大きくなることから、ダックスビーム工法では超高強度繊維補強モルタルの疲労に対する照査が必要と考えられる。しかしながら、超高強度繊維補強モルタルの疲労の照査にコンクリート標準示方書の疲労強度算定式が適用できるかは不明であるため、疲労実験を実施し、その適用性を検討した。疲労実験の状況を写真-4に示す。

実験の結果、超高強度繊維補強モルタルは、計算上15000回で疲労破壊する変動応力(50MPa)が作用しても200万回まで疲労破壊しないことが確認された。このことから、超高強度繊維補強モルタルの疲労強度は、コンクリート標準示方書の疲労強度算定式で安全側に評価できると考えられる。

6. 実物大施工性実験

当社広島支店において、実物大PC桁による施工実験が行われた。本実験は、実物大断面でのPC桁の施工性、およびプレストレス導入時のPC桁の挙動・安全性、等を確認するために行われた。実物大PC桁の緊張状況および完成したPC桁をそれぞれ、写真-5および写真-6に示す。

実験の結果、①当社の工場において所定の品質の超高強度繊維補強モルタルを安定して製造できること、②モルタルの施工性は良好であること、③製作した桁にひび割れやジャンカ等の不具合が発生しないこと、④プレストレス導入時の桁の上そり量と短縮量は計算値とほぼ一致すること、⑤プレストレス導入時の桁に異常な挙動は発生しないこと、および⑥大きなプレストレス(桁下縁応力度で45MPa)を導入しても実物大のPC桁に角欠けやひび割れ等の不具合は発生しないこと、等が確認された。

7. まとめ

以上のとおり、超高強度繊維補強モルタルの材料試験、PCはり部材の曲げ破壊実験、せん断破壊実験、疲労実験、および実物大PC桁の施工性実験を行った。これらの結果、ダックスビーム工法の実用化は十分可能であることが確認された。



写真-3 せん断破壊実験状況



写真-4 疲労実験状況



写真-5 実物大 PC 桁の緊張状況



写真-6 完成した実物大 PC 桁

Key words: 低桁高橋, 超高強度, クリープ, 乾燥収縮, 曲げ, せん断, 疲労