

合理的な拡幅施工のためのコンクリートコア採取による既設構造物の実強度評価

西日本高速道路(株) 正会員 ○福田 雅人, 正会員 井田 和輝
 (株)エイト日本技術開発 正会員 廣瀬 彰則, 磯邊 英二
 鹿島建設(株) 正会員 伊東 祐之, 正会員 西岡 省三

1. はじめに

新名神高速道路(亀山JCT～草津田上IC間)は、2008年2月に暫定4車線で供用を開始し、現在完成6車線化事業を進めている。このうち、波形鋼板ウェブ形式の橋梁は、既設張出し床版の両側に2.5mずつ新設の床版を増設し完成形に拡幅する計画としている。暫定施工時では、将来の拡幅床版をストラット構造とすることを見込んでいたが、既設上・下床版に対する詳細な検討は拡幅施工時に実施することとし、下床版増し厚の可能性を残していた。本稿では、下部構造への影響が無視できない下床版増し厚を低減した合理的な拡幅施工¹⁾とすることを目的に、既設構造物において複数のコンクリートコア(以下、コアと呼ぶ)採取により、実材料強度を求めた内容を報告する。

2. コア採取位置

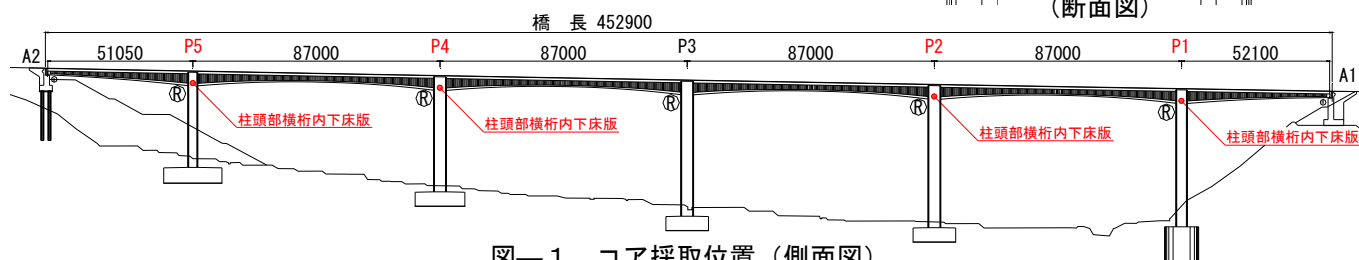
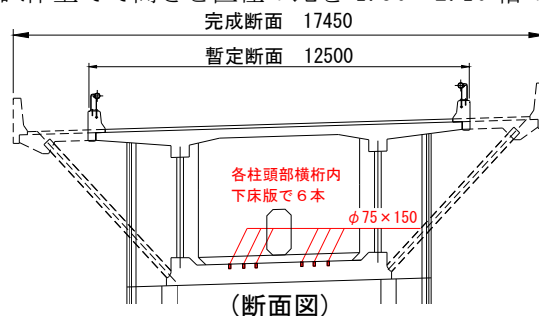
コア採取箇所を図—1に示す。既設橋は暫定施工後約20年が経過しており、コンクリートの実材料強度は設計基準強度に対して強度増加していることが想定される。ここで、既設下床版コンクリートの設計基準強度は 40N/mm^2 であることから、許容曲げ圧縮応力度は 14.0N/mm^2 となる。なお拡幅施工の試設計によりP3を除く柱頭部下床版曲げ圧縮応力度が、許容曲げ圧縮応力度に対して余裕がない状況であることが分かっている。このため、柱頭部下床版と同時打設されたP1, P2, P4, P5各柱頭部横桁内の下床版(主桁剛域部)より、それぞれ6供試体(計24本)をコア抜き採取し、実材料強度を圧縮強度試験により求めることとした。また、コア採取位置以外でも圧縮強度の調査が必要となる場合に備えて、コア削孔位置周辺の反発度試験も実施している。

3. コア採取方法

圧縮試験供試体の寸法は、コア採取によるコンクリートの圧縮強度供試体の寸法について規定しているJIS A 1107及び柱頭部下床版の配筋ピッチ並びにコアドリルの肉厚を考慮し、 $\phi 75\text{mm} \times 150\text{mm}$ とした。ここで、粗骨材の最大寸法は20mmであり、コア直径は粗骨材最大寸法の3倍以上とされていることから、 $\phi 60\text{mm}$ 以上であればよい。

また、既設柱頭部横桁内の下床版配筋はD22@125mmであることから鉄筋のあきは103mmとなり、電磁波レーダ方式により鉄筋探査を実施した上で $\phi 78\text{mm}$ の電動コアドリルによるコア採取を実施した。さらに、採取するコアの高さは供試体に加工するための余長を考慮して定めたが、24本の供試体全てで高さとの比を1.90～2.10倍の範囲で採取できたため、圧縮強度の補正係数は1.00としている。

なお、コア採取した供試体は、一般的な供試体と異なり粗骨材がコアドリルにより切断され、粗骨材断面が供試体側面に露出する。また、既設構造物の材齢からコアの養生の有無が圧縮強度に与える影響は小さいと考え、採取翌週の圧縮強度試験を実施するまでの期間、供試体に特段の養生は実施していない。



図—1 コア採取位置 (側面図)

キーワード 拡幅, 既設構造物, コア採取, 実材料強度

連絡先 〒520-0032 滋賀県大津市観音寺 18-1 西日本高速道路(株) TEL:077-526-8893

4. 圧縮強度試験結果

既設構造物より採取したコアは、現場近傍の生コンプラントにて端面の成形を施した上で、試験室にて圧縮強度試験を実施した。試験結果を表―1に示す。圧縮試験結果は、四分位偏差法により検定を行い、実圧縮強度を算定する前にコアP4-②及びP4-④の2つの試験値を除外した。なお、この2つの供試体の圧縮強度試験時は、コア削孔により切断された粗骨材の脱落が観察され、粗骨材脱落の影響とみられる載荷荷重の変化を検知している。さらに反発度試験では、特異値として除くべき平均値の±20%以上の反発度は測定されず全体的にバラつきが小さい結果が得られ、除外したコア近傍の反発度でも特異な結果は認められなかった。一方で、既設鉄筋との干渉等も鑑み除外した試験値を補完する目的での追加のコア削孔は実施していない。

拡張設計に用いる実圧縮強度を算出する際、コンクリートの圧縮強度の分布は正規分布（図―2）であると仮定し、得られた強度の平均値 μ 、標準偏差 σ から、圧縮強度の下限確率が5%となる値を「実強度から得られた拡張設計上の実圧縮強度」とした。

$f_{cd} = \mu - \alpha \cdot \sigma \cdots \text{(式―1)}$

f_{cd} : 圧縮強度試験から得られた設計上の実圧縮強度
 α : 割増し係数_下側非超過確率が5%となる場合は、 $1/(1-1.64\sigma)$

上記の考え方により検査基準²⁾である、①1回の試験結果は指定した呼び強度の強度値の85%以上、②3回の試験結果の平均値は指定した呼び強度の強度値以上、をそれぞれ満足させるため、ばらつきを考慮した強度設定³⁾の結果、圧縮強度試験から得られた拡張設計上の実圧縮強度 f_{cd} は、48.4N/mm²とした（表―2）。

5. まとめ

既設柱頭部横桁内の下床版コンクリート24箇所からコア採取により実材料強度を圧縮強度試験により求め統計処理を行った結果、設計基準強度40N/mm²に対して約20%高い実圧縮強度として評価することができた。

6. おわりに

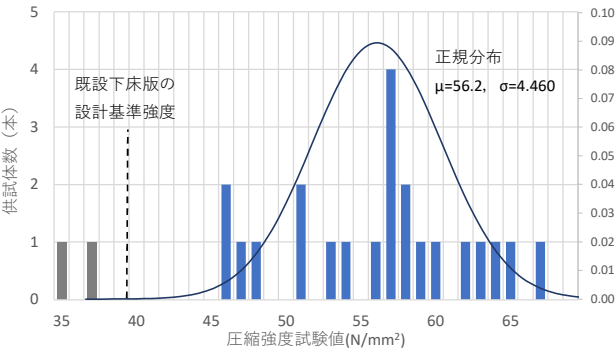
既設構造物の実強度を評価する試験結果をもとに、合理的な拡張設計及び施工を進める方針が確認できた。

参考文献

- 1) 西日本高速道路(株)：設計要領第二集 橋梁保全編, 2020. 7
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書 施工編, 2017
- 3) 土木研究所：コンクリート道路橋の性能規定及び部分係数設計法に関する調査研究, 2020. 5

表―1 圧縮強度試験結果 (N/mm²)

項目	供試体No.	圧縮強度	備考
試験値	P1-①	65.0	
	P1-②	58.2	
	P1-③	53.6	
	P1-④	57.3	
	P1-⑤	59.8	
	P1-⑥	47.8	
	P2-①	54.6	
	P2-②	57.5	
	P2-③	58.6	
	P2-④	57.5	
	P2-⑤	57.9	
	P2-⑥	51.8	
	P4-①	56.8	
	P4-②	37.3	下限管理限界以下
	P4-③	48.9	
	P4-④	35.5	下限管理限界以下
	P4-⑤	46.2	
	P4-⑥	51.6	
	P5-①	46.9	
	P5-②	60.0	
	P5-③	64.7	
	P5-④	63.4	
	P5-⑤	62.2	
	P5-⑥	67.0	
検定 四分位偏差法	最小値 Q0	35.5	最小値から0%
	第1四分位数 Q1	50.9	最小値から25%
	第2四分位数 Q2	57.4	最小値から50%
	第3四分位数 Q3	59.9	最小値から75%
	最大値 Q4	67.0	最小値から100%
	四分位範囲 IQR	8.9	Q3-Q1
	四分位偏差 QD	4.5	(Q3-Q1)/2
	上限管理限界 UCL	73.2	Q3+3QD
	下限管理限界 LCL	37.5	Q1-3QD



図―2 圧縮強度試験結果の分布

表―2 実材料強度の算出結果 (N/mm²)

項目	圧縮強度	備考
3供試体の 平均圧縮強度	P1-①～P1-③	58.9
	P1-④～P1-⑥	55.0
	P2-①～P2-③	56.9
	P2-④～P2-⑥	55.7
	P4-①～P4-③	52.9
	P4-④～P4-⑥	48.9
	P5-①～P5-③	57.2
	P5-④～P5-⑥	64.2
平均値 μ	56.2	
標準偏差 σ	4.460	
設計基準強度 $f1=(\mu-3\sigma)/0.85$	50.3	1回の試験結果は強度値の85%以上
設計基準強度 $f2=\mu-\sqrt{3}\cdot\sigma$	48.4	3回の試験結果の平均値は強度値以上
設計基準強度 $f_{cd}=\min(f1, f2)$	48.4	拡張設計上の実圧縮強度
下限値 $0.85f_{cd}$	41.1	